indescomp

CODIGO MAQUINA zx spectrum

para principiantes

LENGUAJE MAQUINA

ZX spectrum

para principiantes

indescomp

Editado por **INDESCOMP, S.A.**
Pº de la Castellana, 179 - 28016 MADRID

* Todas las consultas relativas a este libro deberán ser dirigidas a **INDESCOMP, S.A.**

Traduce e Imprime: **CONORG, S.A.**

I.S.B.N.: 84-86176-07-7

Depósito Legal: M-26663-1984

CONTENIDOS

BUSCANDO TU CAMINO EN EL LENGUAJE-MAQUINA

Comenzando por el principio 5
Conceptos básicos sobre el lenguaje-máquina 11
La forma de contar de los computadores 18
De cómo se representa la información 24
Una ojeada sobre la CPU 30
Todo está muy bien, pero
¿Cómo se pasa un programa en lenguaje-máquina? 39
De cómo la CPU usa sus extremidades (Registros) 43
Marcando números a una mano 51
Banderas y sus usos 58
Contando y descontando a una y dos manos 64
Aritmética a una mano 69
Operadores Lógicos 75
Apañándoselas con números a dos manos 79
Manipulando números a dos manos 83
Manipulando la pila 91
Aritmética a dos manos 95
Lazos y Saltos 99
Uso de subrutinas en lenguaje-máquina 106
Operaciones con bloques 109

INSTRUCCIONES DEL Z80 QUE SE USAN MENOS FRECUENTEMENTE

Canje de registros 115
Bits: Mirar, poner y reponer 117
Rotaciones y desplazamientos 119
Dentro y fuera 122
Representación BCD 126
Interrupciones 127
Instrucciones de reanudación (RST) 128

PROGRAMANDO TU SPECTRUM

Planteando tu programa en lenguaje-máquina 130
Particularidades del ZX Spectrum 135

PROGRAMA MONITOR

Introduciendo al monitor de rutinas en lenguaje-máquina 145

Cargador Hexadecimal 155

PROGRAMA: LAS RANAS URBANAS

Pasando el Programa 161

Etapa Primera: Bases de datos 164

Etapa Segunda: Inicialización 172

Etapa Tercera: Tráfico regular 176

Etapa Cuarta: Coche de policía 181

Etapa Quinta: Rana 185

Etapa Sexta: Control 190

APENDICES

Tabla de entrada de las teclas del Spectrum 227

Direcciones en la zona de pantalla 228

Repertorio de símbolos del Spectrum 229

Tabla de conversión de Hexadecimal a Decimal 230

Tabla resumen de operaciones con banderínes 234

Instrucciones del Microprocesador Z80 por orden alfabético de nemónimos 236

Instrucciones del Microprocesador Z80 ordenados por código de operación 240

COMENZANDO POR EL PRINCIPIO

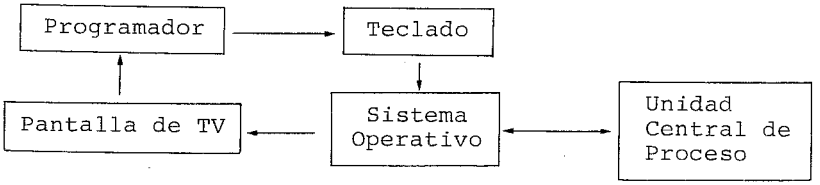
Este libro está diseñado para introducirte en la programación del "*SINCLAIR ZX SPECTRUM*", usando el lenguaje de la máquina y el lenguaje ensamblador.

Puede ser que abordes en este libro, sin tener ideas precisas *de qué va eso* del lenguaje-máquina. No importa.

> Puede incluso que ni sepas qué es el lenguaje-máquina.
> O que no te hayas percatado que existe una diferencia esencial entre lenguaje-máquina y lenguaje ensamblador; ni por supuesto, seas consciente de la enorme diferencia que ambos tienen con el lenguaje BASIC.

No te importe; ni te preocupes; ni te asustes por la *jerga*: nosotros te explicaremos cada cosa, todas las cosas, y paso a paso.

Para empezar, observemos la forma en que un computador trabaja:



Con este diagrama intentamos mostrarte que hay una barrera entre el programador y el cerebrillo del SPECTRUM: **la unidad central de proceso** que abreviarémos con las siglas CPU, correspondientes a Central Processing Unit

No es posible con un procesamiento normal, que el programador le diga directamente a la CPU lo que desea hacer. Es necesario que el sistema operativo TRAMITE tus deseos.

En las máquinas de Sinclair, se ha escogido para la CPU la *pastilla* Z80A que es la versión más rápida del ya popular, procesador Z80. Los procesadores más ampliamente utilizados para microcomputadores son cuatro:

→ el Z80,
→ el 6502,
→ el 6809,
→ y el 8088.

Con mucho, la pastilla más popular es la Z80.

Estoy seguro de que no constituirá ninguna sorpresa si te confirmamos que el Z80A no comprende ni una sola palabra de ¡BASIC! Desde luego no se ha diseñado ninguna CPU que pueda comunicarse directamente con una persona que hable en cristiano.

Si lo analizas durante bastante tiempo, te darás cuenta que sería muy difícil -si no imposible- dar a la pastilla de un computador una instrucción que tuviera significado para una persona. Quita la parte superior de tu Sinclair (si te atreves) y echa una mirada a la cucaracha cercana al altavoz...

es la CPU Z80A

Es obvio, que esa cucaracha que hay dentro del computador, sólo puede responder a las señales eléctricas que le envíen el resto de las cucarachas.

¿QUE ES LENGUAJE-MAQUINA?

La pastilla Z80, ha sido diseñada de forma que puede aceptar simultáneamente señales en 8 de las patitas que posee.

Los diseñadores de la cucaracha Z80 la construyeron, de manera que las diferentes combinaciones de esas 8 señales INSTRUYAN *al Z80 para llevar a cabo las diferentes funciones que debe conocer.*

Teniendo bien claro que lo que realmente sucede es pura electrónica; vamos a adoptar un convenio para representar estas señales, por ejemplo:

-Si hay señal en una de las patitas de la cucaracha escribirémos un 1, y escribirémos un 0 si no hay señal.

Una combinación de las 8 señales la representarémos algo así como 0011 1100 *y representará una instrucción para la CPU.*

Lo cual, dista mucho de parecerse a eso de:

¡ LET A = A + 1 !

Y sin embargo, esto es de lo que va el llamado lenguaje-máquina.
El nombre ya lo dice: *es un lenguaje para máquinas.*

Cada fabricante de las diferentes pastillas ha empleado un diferente "lenguaje" para su producto.

En este momento puede que te estés preguntando:

Si esto es el lenguaje-máquina: ¿por qué molestarme? ¿por qué no beneficiarme del trabajo ajeno que me permite programar en un lenguaje mucho más fácilmente comprensible, como es el BASIC y el COBOL?

La razón estriba en las ventajas primordiales del lenguaje-máquina, que son:

- *UNA EJECUCION MAS RAPIDA DEL PROGRAMA*
- *UN USO MAS EFICAZ DE LA MEMORIA*
- *UNOS PROGRAMAS MAS CORTOS (que ocupan menos espacio en memoria)*
- *UNA ABSOLUTA LIBERTAD FRENTE AL SISTEMA OPERATIVO*

Todas estas ganancias son el resultado directo de programar en un lenguaje que la CPU puede entender, sin tener que traducirlo primero.

Cuando tú programas empleando el lenguaje BASIC, el programa que realmente está ejecutando la máquina es el llamado "Sistema operativo", que sí está escrito en lenguaje-máquina ...(por otras personas).

En lenguaje normal, ese programa es algo así como:

OTRA
- *Mire la siguiente instrucción a procesar*
- *Tradúzcala en la correspondiente serie de instrucciones en lenguaje-máquina.*
- *Cumplimente cada instrucción*
- *Guarde el resultado si así se exige*
- *Retorne a la instrucción llamada* OTRA.

Si estás *elucubrando* sobre dónde el computador encuentra el sistema operativo, no sigas, está en la ROM.

En otras palabras, el sistema operativo está incorporado dentro del SPECTRUM. ROM es la abreviatura de Read Only Memory:

> Es aquella zona de la memoria, cuyo contenido no puede cambiarse y en la que SOLO puedes LEER (que como sabes es mirar o "guipar" lo que cada celdilla de memoria contiene).

¡Un programa escrito en BASIC, puede ser hasta 60 veces más lento que un programa escrito directamente en lenguaje-máquina!

La traducción toma su tiempo
(que se lo digan al traductor de este libro).

Y además, las instrucciones en lenguaje-máquina que resultan de la traducción, son normalmente menos eficaces que las escritas directamente en lenguaje-máquina. De la misma forma que es normalmente más rápido conducir uno mismo, que usar el transporte público: Tú puedes atajar por donde sabes, en lugar de seguir la ruta del transporte público que debe ante todo preocuparse del CASO GENERAL de los usuarios.

No obstante, nosotros somos los primeros en admitir que la programación en lenguaje-máquina también tiene sus inconvenientes.

Las principales desventajas del lenguaje-máquina son:

- *LOS PROGRAMAS SON DIFICILES DE LEER Y DE "DEPURAR"*
- *ES IMPOSIBLE ADAPTARLOS A OTROS COMPUTADORES*
- *SON PROGRAMAS MAS LARGOS (en el número de instrucciones)*
- *LOS CALCULOS ARITMETICOS SON DIFICILES*

Esto significa que TU debes tomar una decisión muy ponderada sobre el método de programación que vas a utilizar en cada caso particular:

> *-Un programa muy largo para una aplicación de contabilidad, deberá escribirse en un lenguaje preparado para tratar con números y en el que los programas puedan ser fácilmente modificados cuando así se precise.*

Por otro lado, no hay nada tan frustrante como un juego de marcianitos, o de saltos de rana, escrito en BASIC -cuando lo has logrado completar, resulta que es increíblemente lento.

Son tus propias necesidades, la cantidad de memoria que haya en tu computador, el tiempo de respuesta que precises, el tiempo de que dispongas para desarrollar el programa, y otras circunstancias las que determinarán la elección del lenguaje de programación.

En resumen, el lenguaje-máquina, es una serie de señales eléctricas que la unidad central de proceso puede comprender y que nosotros podemos representar por números.

¿QUE ES LENGUAJE ENSAMBLADOR?

Es bastante comprensible, que si el lenguaje-máquina únicamente fuera representado por números, muy poca gente sería capaz de escribir programas en ese lenguaje. Porque después de todo, quién puede sacar partido de un programa que pareciera algo así como:

```
0 0 1 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0 0
etc...
```

Afortunadamente, podemos inventar una serie de nombres para cada uno de estos grupos de unos y ceros. El lenguaje ensamblador es la representación de este lenguaje-máquina de manera que sea más legible para los humanos; sólo hay una diferencia muy pequeña entre el lenguaje ensamblador y el lenguaje-máquina:

-El lenguaje ensamblador es de un nivel inmediatamente superior al lenguaje máquina. Los humanos lo podemos leer más fácilmente que el lenguaje-máquina; los computadores no pueden leer lenguaje ensamblador. Por cada instrucción escrita en lenguaje ensamblador hay una instrucción que cumple la misma función escrita en lenguaje-máquina, y viceversa. Es decir, hay una relación BIUNIVOCA entre ellas, podemos decir que el lenguaje ensamblador es equivalente *al lenguaje-máquina.*

El lenguaje ensamblador utiliza nuestra capacidad *nemotécnica* para fomentar la legibilidad de un programa.

Por ejemplo, a estas alturas, la instrucción

INC HL

puede que no signifique mucho para tí, pero por lo menos puedes leerlo, son letras. Si además se te dijera que "INC" es la abreviatura acordada para "incrementar" y que "HL" es el nombre de una variable; observando esa instrucción, seguro que *tendrías el pálpito* de lo que realiza:

Aumenta el valor de HL.

Esa misma instrucción en lenguaje-máquina es

0 0 1 0 0 0 1 1

y obviamente, también puedes "leer" esa instrucción, porque en cierta manera puedes leer los números, pero no va a significar absolutamente nada para tí, a menos que tengas una tabla donde puedas consultar su equivalente, o que tu cerebro tenga una capacidad retentiva mayor que la de un computador.

El lenguaje ensamblador puede ser traducido directamente al lenguaje-máquina por tí (consultando una tabla), o por un programa (consultando una tabla).

> *Un programa así, se llama* **ensamblador**. *Puedes imaginártelo como un programa que realiza la tediosa tarea de traducir un programa en lenguaje ensamblador a la correspondiente secuencia de instrucciones en lenguaje-máquina que el cerebrillo del SPECTRUM comprenderá.*

Y por supuesto, comprendemos que un ENSAMBLADOR para el ZX Spectrum está disponible en el mercado. Sin embargo, esos ensambladores exigen normalmente 6K de memoria, por lo que en una máquina con 16K, no tiene mucha utilidad. La pantalla del Spectrum ocupa 7K de memoria, y después de *cargar el ensamblador* puedes encontrarte que solamente quedan libres unas 4K de memoria para el programa que tú deseas ensamblar (lo que significará aproximadamente, 1/2K de programa en lenguaje-máquina),

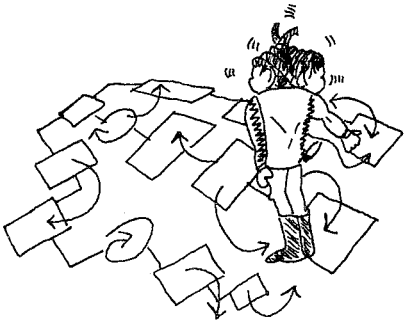
La alternativa que se te ofrece frente a un programa ensamblador es que tú realices la traducción de los **nemónimos** del lenguaje ensamblador a los **códigos** del lenguaje-máquina, utilizando las tablas que *te prestamos* al final de este libro.

> *Es duro, es frustrante al principio. Está lleno de inconvenientes. Pero es una práctica maravillosa para tu desarrollo y te dará una magnífica comprensión de cómo la CPU del Spectrum funciona.*

Te recomendaríamos, de hecho, que intentaras escribir programas cortos en lenguaje-máquina de esta forma:

Escribiéndolos en lenguaje ensamblador y traduciéndolos a lenguaje-máquina, a mano.

Antes de que te compraras un programa ensamblador.



*En inglés nemonics
En español, como tú quieras; pero tén en cuenta que el *mnemos* se refiere a la memoria como en *nemo*técnico y "nimos" a nombres como hom*ónimo*.

RESUMEN

CPU

Es la abreviatura para la *Unidad Central de Proceso* del computador. Es la pastilla electrónica que efectúa todas las tareas de control y de cálculo de un computador.

LENGUAJE-MAQUINA

El lenguaje que *entiende* la CPU. Para la CPU del Spectrum, es el lenguaje máquina correspondiente al microprocesador Z80, y que está constituido por unas 200 instrucciones.

LENGUAJE BASIC

Es un lenguaje de programación diseñado para que sea comprensible por los humanos. Cuando un computador obedece *un comando* en BASIC, necesita previamente *traducir* este comando en una serie de instrucciones en *lenguaje-máquina*. Los programas en BASIC son, por tanto, considerablemente más lentos que los programas en lenguaje-máquina.

...Pero son más fáciles de redactar.

LENGUAJE ENSAMBLADOR

Cada *instrucción* en lenguaje-máquina tiene una *representación taquigráfica y nemotécnica* para que pueda ser más fácilmente comprendida por las personas. Por ejemplo, la instrucción en lenguaje-máquina 0 0 1 1 0 1 1 0 tiene su equivalente en lenguaje ensamblador con "HALT" (que indica a la máquina una DETENCION temporal en el programa).

PROGRAMA ENSAMBLADOR

El programa que *traduce* las instrucciones escritas en lenguaje ensamblador (fácilmente leídas y ¡comprendidas! por las *personas*) en instrucciones en lenguaje-máquina (facilísimamente leídas y comprendidas por el *computador*).

ROM (Memoria *en la que* sólo *se puede* leer).

Zona de la *memoria* de un computador donde está alojado el extenso programa escrito en lenguaje-máquina que *determina* la operación del computador. En la terminología inglesa no se le denomina software ni hardware sino firmware: porque está FIRMEMENTE incorporado a los circuitos del computador, de manera que permanece allí incluso cuando apagamos el computador y nos vamos.

Para el Spectrum, la ROM está en el lenguaje-máquina del Z80, y la grabaron específicamente con él. La ROM del Spectrum ocupa desde las posiciones de memoria que van de la 0 a la 16383. *Unicamente* puedes *guipar* el contenido de esas posiciones; mientras que en el resto de la memoria RAM puedes *mirar* lo que contiene cualquiera de las posiciones y *meter* (o escribir) lo que desees.

CONCEPTOS BASICOS SOBRE LENGUAJE-MAQUINA

¿Qué es la CPU?

Si deseamos comunicarnos con el computador, tenemos que saber la clase de órdenes que acepta y el lenguaje que el *cerebrillo* de la máquina (la CPU) habla.

Si ignoramos la clase de información que la CPU comprende, no podemos realmente instruir al computador para que efectúe tareas tan singulares como la de ser nuestro contrario al ajedrez o ser un contable que cuide nuestras cuentas.
La CPU no es un enorme misterio. A mí me gusta imaginarla como una *compañera* solitaria, colocada en el interior de tu Spectrum, y a la que se le pide constantemente que esté haciendo cosas.

Sobre todo cálculos.

Pero la pobre *"compa"* no posee ni un trozo de papel ni un lápiz para anotar lo que está pasando. ¿Cómo lo hace?

El diseño de la CPU:

A estas alturas, yo debo contarte la forma en que los diseñadores del Z80 ven las cosas, y cómo se supone que la CPU debe tratarlas. La CPU ha sido diseñada para efectuar labores extremadamente simples, pero está capacitada para hacerlas muy rápidamente.

Hemos mencionado antes, que la CPU no tiene incluso ni lápiz ni papel, y eso es una parte del diseño de la CPU. Cualquier número que ella (no pueda recordar) tiene que llevarlo a un "cajetín" para guardarlo de forma segura.

Vamos a mirar un ejemplo:

Digamos que tú quieres que la CPU determine la hora en Nueva York, sabiendo la hora que es en Londres.

Dado que la CPU no conoce absolutamente nada, lo primero de todo: tendremos que decirle cual es la hora en Londres (digamos las 10 de la mañana).

La CPU no tiene sitio para guardar esta información, y no sabe lo que le vamos a preguntar a continuación, por lo que mete esa información en un cajetín; digamos el cajetín número 1.

Luego tendrémos que decirle la diferencia de hora entre Nueva York y Londres; digamos 5 horas de antelación; y ella lo pondrá en el cajetín número 2.

Ahora viene la ocasión para calcular, ella mira el cajetín número 1, recaba *el número que allí hay,* recaba *el número del cajetín número 2, y realiza el cálculo; luego pone el resultado, digamos en el cajetín número 3.*

10 - 5 = 5 *el* resultado *por supuesto es "las 5 de la mañana".*

Todas estas carreras entre cajetines, sumas, restas y demás, serían extremadamente tediosas si la CPU tuviera que hacerlo todo en *su cabeza;* por lo que exactamente hace lo que tú o yo haríamos: contar con nuestros dedos (de la mano y de los pies si es preciso). Las *manos* y los *pies* de la CPU se denominan REGISTROS. La pastilla Z80 de tu Spectrum es singular en que tiene bastantes "manotas" y "pinreles", pero ya llegarémos a eso más adelante.

Para ilustrar cómo la CPU calcula la diferencia de tiempo en el ejercicio anterior, llamemos a una de las manos de la CPU "MANO A".

> ¿Cómo manipula la CPU el contenido del cajetín número 1 y del cajetín número 2?

La secuencia que te presentamos ahora es casi exactamente lo que la CPU realmente haría:

Marcar el valor del cajetín número 1 con los dedos de su MANO A.

Restar el contenido del cajetín 2 de lo que tiene en su MANO A.

Mirar los dedos de su MANO A y guardar el valor que indican en el cajetín 3.

De ésto, podemos deducir algunas conclusiones fenomenales:

1. *La CPU no sería capaz de trabajar con un número como 11,53 -únicamente podría tratar con números ENTEROS.*
2. *La CPU estaría limitada en sus cálculos al máximo número que pudiera marcar con sus dedos.*

Eso es verdad

Nuestro principal consuelo es, que la CPU tiene un montón de *manos y pies*, y además puede manejar cada uno de ellos separadamente, y puede **contar** hasta 255 usando sólo los 8 *dedos* de la MANO A.

Ya hablarémos en el siguiente capítulo de los detalles de cómo la CPU puede contar hasta más de 8 con cada mano, mientras nosotros sólo logramos contar hasta 10, usando 2 manos. Baste decir por ahora que

con cada mano puede contar hasta 255 y que con cada pie puede contar hasta más de 64.000!!

El ejercicio de Nueva York - Londres no ha sido escrito todavía en un lenguaje que la CPU comprenda -lo que hemos hecho es describir el **proceso**-.

Para que tengas un anticipo del mundo excitante de la programación en lenguaje-máquina, usemos ahora **nemónimos** *(siglas o abreviaturas), para enseñar a la CPU cada paso:*

```
AVIANDOSE:
        LD (CAJ#1), 10;  carga el cajetín 1 con 10.
        LD (CAJ#2),  5;  carga el cajetín 2 con  5.

CALCULANDO:
        LD  A, (CAJ#1); carga el registro A, con el contenido
                        del cajetín 1.
        SUB A, (CAJ#2); resta el valor en A, el contenido
                        del cajetín 2.

GUARDANDO EL RESULTADO:
        LD (CAJ#3), A;  carga el cajetín 3 con el valor de A.
```

Estas instrucciones pueden parecer al principio *demasiado lacónicas*, pero después de todo los nemónimos son los nemónimos.

"LD" es la abreviatura de LOAD, de manera que LD A, 1, por ejemplo significaría *cargar* el registro A con un 1: es decir, marcar un 1 con los dedos de la MANO A.

También usamos una imagen bastante gráfica en estos nemónimos mediante los paréntesis:

- LOS PARENTESIS se usan para indicar que tratamos con el contenido de lo que se mencione dentro del paréntesis.

Es fácil recordar ésto, porque los paréntesis son similares a CONTENEDORES.

Así al seguir los nemónimos anteriores, mandamos a la CPU llevar a los cajetines número 1 y número 2, el 10 y el 5 respectivamente, etc... para obtener el resultado final en el cajetín número 3.

Todo ésto es bastante simple de seguir, y estoy seguro que puedes comprender que mientras estamos haciendo este cálculo, los números de la mano "A" se utilizan para representar la hora en Nueva York; que posteriormente pueden utilizarse para representar el número de empleados de una compañía y que en otro instante cuánto dinero tienes, etc.

Si tú estás acostumbrado al concepto de **variables** por tus programas en BASIC, debes dejarlos a un lado cuando programes en lenguaje-máquina.

Los dedos de la mano "A" no son una variable en el sentido que se le da en la programación en BASIC. Son simplemente lo que la CPU utiliza para contar. Una de las grandes diferencias al programar en lenguaje-máquina frente a la programación en BASIC es precisamente esta falta de variables.

Puedes haberte dado cuenta que *es factible* asimilar los cajetines que usamos para guardar información a variables en BASIC, si damos a cada uno un nombre.

> *Sí. Tienes toda la razón; aunque tampoco son realmente variables, los* cajetines *pueden ser inmensamente útiles y realizan funciones similares a las de las variables, pero tén bien presente que estos cajetines no son más que* celdillas de memoria *que reservamos para fines específicos.*

La forma en que la CPU se las apaña con los números negativos es diferente, y lo comentarémos más adelante.

¿Y cuando se le acaban las manos a la CPU?

Ahora yo mencionaría que si te encontraras con la CPU en la calle, observarías que es una "tía" con aspecto muy extraño:

> *Sus manos tienen 8 dedos, y tiene 8 manos.*
> *Sólo tiene dos pies, pero cada pie tiene 16 dedos.*
> *Y encima es extremadamente ágil con sus pies!*

Esta, por tanto, bien pertrechada para el enorme número de cálculos que le exigimos, *tomando nota* de todos los números con los dedos de sus manos y de sus pies.

Sin embargo, puede suceder que la CPU no tenga suficientes manos para hacer los cálculos, o que el programador por alguna razón desee parar a la mitad de un cálculo para hacer cualquier otra cosa.

La CPU no puede simplemente guardar la información en cajetines, porque tendría que mantener algunas manos libres justamente para *recordar* en qué cajetines puso la información.

La CPU Z80 lo soluciona utilizando una PILA, que es como una de esas "agujas" verticales que alguna gente tiene en su mesa de despacho para pinchar las cuentas, papelitos de notas, etc.; primero uno, luego otro encima, y así sucesivamente. Es un excelente sistema de archivo si luego sacas únicamente el papel que está encima de todos; pero es muy inconveniente si quieres sacar el de enmedio, ya que tendrías que *barajar* todos los papeles de la pila.

Afortunadamente, es un sistema muy conveniente para la CPU porque ella siempre necesita coger el papel que está en la *cima* de la pila. Cuando quiera que una interrupción obliga a la CPU a parar sus cálculos, ella pone toda la información de sus manos en la pila, y tan pronto como puede reanudar los cálculos, ella saca las piezas de información de la parte superior y continúa con su trabajo.

En la terminología de los computadores, se llama a esta aguja una "pila" (en inglés, stack*). Cuando ponemos un trozo de información en la pila, lo "empujamos" sobre ella* (push)*. Y cuando lo sacamos de ella, "tiramos" de él* (pop *-como si fuera el corcho de una botella-).*

La CPU puede "pushar" y "popar" toda clase de información en la pila -por ejemplo, en medio de un cálculo complejo la CPU puede desear "salvar" toda la información de sus muchas manos y pies, lo que implicará muchos "pushados" diferentes. Para recabar la información se necesitarán tantos "popados" equivalentes.

Por razones que mejor conocen los diseñadores del Z80, a nuestra CPU le gusta mantener la pila llena *hasta el tope*. Lo que significa que cuanta más información se coloca en la pila, más crece ésta HACIA ABAJO.

La principal ventaja de utilizar una pila para guardar temporalmente trozos de información es que la CPU no necesita recordar en qué cajetín está ésta, sabe que es la última pieza de información que colocó en la pila. Naturalmente ha de mantener un orden estricto si ha de meter y sacar de la pila muchos de estos trozos.

¿QUE PUEDE HACER LA CPU?

Yo creo que es conveniente considerar en este momento la clase de instrucciones que los diseñadores pensaron que debían incorporar en la pastilla Z80.

Dado que la CPU tiene que ser capaz de recordar todos sus cálculos mediante los dedos de sus manos y pies, sólo hay dos clases de números que la CPU puede tratar:

- -Números a una mano -i.e.: números que pueda señalar con una sola mano;
- -Números a dos manos -i.e.: aquellos números que pueda presentar con dos manos.

Te será difícil de creer, pero la CPU no puede manejar números mayores que los que puede indicar con 2 manos!

Las instrucciones que la CPU puede cumplimentar son también muy limitadas:

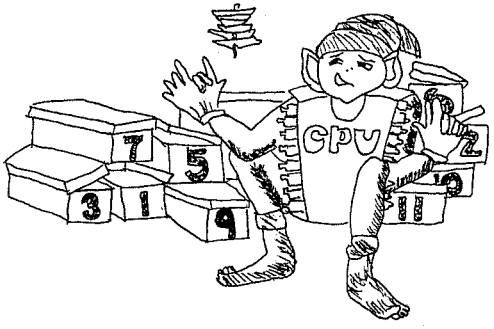
- *-Contar números a una mano.*
- *-Contar números a dos manos.*
- *-Sumar, restar, aumentar, disminuir, o comparar números a una mano.*
- *-Sumar, restar, aumentar o disminuir números a dos manos.*
- *-Varias manipulaciones con números a una mano -e.g.: hallar el negativo de un número.*
- *-Hacer que la CPU salte a otra parte del programa.*
- *-Intentar transferir números a una mano* desde y hasta *el mundo exterior.*

Ya sé que pensarás que es un conjunto muy limitado de instrucciones, y a pesar de ello, puedes hacer que la CPU juegue al ajedrez o calcúle tu salario!

Observa que hay instrucciones muy simples como la multiplicación, pero que no existen. Si necesitas multiplicar dos números cuando estás programando en lenguaje máquina tendrás que escribir un programa para que pueda hacerse.

Ese es el *meollo* de la diferencia entre lenguaje-máquina y lenguaje BASIC:

el lenguaje-máquina es mucho más lento para redactar programas, porque únicamente puedes hacer las cosas en pasos diminutos.



RESUMEN

REGISTROS

La CPU tiene un cierto número de registros que usa para cálculos. Ocho de ellos pueden verse como las *manos* de la CPU, y 2 de ellos como los *pies* de la CPU. Cada mano tiene 8 *dedos*, mientras que cada pie tiene 16 *dedos*.

CELDILLAS DE MEMORIA

La CPU puede transferir información de una mano a otra, de una mano a la memoria, y de la memoria a una mano. Pueden *reservarse* celdillas determinadas de memoria para que contengan una información específica.

LA PILA

La CPU puede usar una pila para guardar la información que el programador desea. Se coloca información en la pila "empujándola sobre ella", y se recaba la información de la pila "tirando de ella".

INSTRUCCIONES POSIBLES

Las instrucciones que la CPU es capaz de realizar, son las más simples, efectúan transferencias de información y cálculos aritméticos.
Todo programa ha de estar constituido por series de estas instrucciones simples.

LA FORMA DE CONTAR DE LOS COMPUTADORES

Hemos dicho que la CPU era capaz de contar hasta 255, empleando sólo 8 dedos.

¿Cómo puede ser eso, si con 10 dedos nosotros sólo podemos contar hasta 10?

Ciertamente, no porque sean más activos (que no lo son), sino porque están más mecanizados en su formación:

¿Por qué al levantar nuestro dedo índice indicamos el mismo valor (= '1') *que al levantar nuestro dedo meñique?.*

Parece obvio que si quisiéramos, podríamos representar dos números diferentes de esta forma, lo que es muy parecido al caso de considerar distintos el número 001 y el número 100.

La pura verdad es que *los humanos* no somos nada eficaces usando los dedos para contar. La CPU entiende que al no tener un dedo levantado ya posee alguna información, y que cuando el dedo está levantado es una diferente información.

Con sólo dos dedos, es posible ingeniarselas para contar desde 0 a 3 de la manera siguiente:

00 = 0 Si indicamos como 0 no tener ningún dedo levantado,

01 = 1 y si tener un dedo levantado significa '1'.

10 = 2 Esto significa uno-cero, pero no 10

11 = 3 Significa que elegimos la representación 11 (2 dedos) para el valor 3.

De esta fácil manera, hemos elegido una representación diferente.

Hay una estrecha relación entre ésto que hemos visto y la **representación binaria**. Los dedos de la CPU son como celdillas en la memoria que pueden indicar *alzado* y *bajado* (o '1' y '0' como estarás acostumbrado a ver).

Si añadimos un tercer dedo en nuestro ejemplo podríamos representar todos los números desde el 0 hasta el 7.

Con cuatro dedos sería posible representar todos los números del 0 al 15.

Si no te lo crees sería *un buen ejercicio* que escribieras todas las posibilidades correspondientes a cuatro dedos.

Con el fin de simplificar la notación de tales números, y evitar la confusión al escribir "11", queriendo significar algo distinto a que 2 bits estan alzados; se ha adoptado universalmente el siguiente convenio:

Se indican con las letras de la A a la F *los números* del 10 al 15.

Esto significa que escribirémos los números decimales del 0 al 15 como:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

¿A que es simple?

Esta *forma de numerar* se denomina FORMATO HEXADECIMAL.

Para evitar confusiones, algunos escriben una "H" después de un número hexadecimal v.e.: 10H). La "H" no tiene valor, y sólo sirve para recordarnos que está en formato hexadecimal.

En la programación en lenguaje-máquina, es MUY CONVENIENTE tratar los números en formato hexadecimal;

Pero esto sólo es un convenio y si lo desearas podrías escribir todas tus instrucciones en el formato decimal normal. Pero mejor utiliza el formato hexadecimal porque:

1. *Es facilísimo pasar de esta forma a la forma binaria, que nos indica lo que está haciendo cada bit (dedo).*
2. *Nos proporciona un medio sencillo de ver si los números son a una o a dos manos -ie.: 8 bits o 16 bits.*
3. *Establece como estándar que todos los números son grupos de dos dígitos (los comentarémos más ampliamente).*
4. *Este convenio universal y la familiaridad con el sistema hexadecimal, te permitirá leer otros libros y manuales.*
5. *Como la CPU está preparada para procesar información representada por números binarios, lo que es fastidioso para su lectura por humanos, necesitamos una representación más asequible.*

Pero sigue siendo sólo un convenio
y no una regla sagrada.

El sistema hexadecimal, como ya dijímos, permite representar los números del 0 al 15 usando sólo 4 bits. Cualquier celdilla de la memoria con 8 bits, o un registro de 8 bits puede describirse por dos grupos de 4 bits.

(Es lo mismo que decir que cualquier combinación de 10 dedos puede representarse con 2 manos de 5 dedos cada una ¿verdad?).

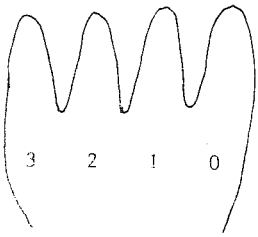
LA RAZON POR LA QUE INSISTIMOS CON LAS CELDILLAS DE MEMORIA DE 8 BITS Y LOS REGISTROS DE 8 BITS, ES QUE CORRESPONDE A LA ESTRUCTURA DEL ZX SPECTRUM.

Todas las celdillas de memoria y todos los registros simples tienen 8 bits, lo cual no es difícil de comprender! *(todos los humanos tienen 5 dedos en cada mano).*

Tomémonos las cosas, cada una a su tiempo, y vamos a "*familiarnos*" primero con 4 dedos:

1 1 1 1 = 2**3 + 2**2 + 2**1 + 2**0
= 8 + 4 + 2 + 1
= Decimal 15
= F (en notación hexadecimal)

Para aquellos de vosotros con inclinaciones matemáticas, podéis observar que el número que cada dedo representa está multiplicado por 2 a medida que vais hacia la izquierda. Si nosotros numeramos los dedos así:



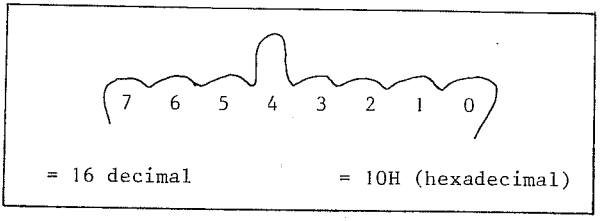
entonces el valor de cada dedo es "2^n", siendo n el número asociado al dedo. Llamemos a esta mano de 4 dedos "manilla", de la misma forma que un cigarro pequeño es un ... ¡"pitillo"!

Ejercicio: ¿Cuál es el valor decimal y hexadecimal que los siguientes grupos de 4 bits representan?

	Decimal	*Hexadecimal*
0010		
0110		
1001		
1010		
1100		

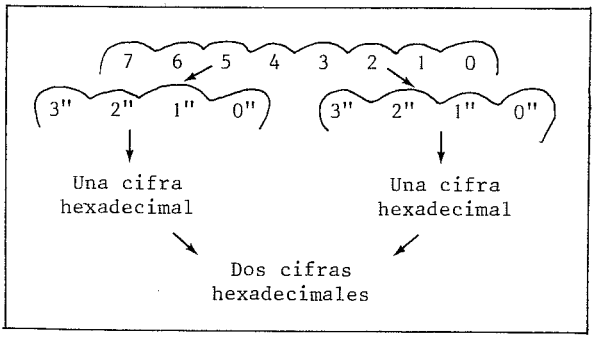
Es importante que te familiarices con la notación hexadecimal, y si todavía *no has agarrado el concepto* vuelve a leer las últimas páginas, antes de proseguir.

Examinemos lo que sucede si queremos un número mayor de 15. Digamos 16. *Pués* usarémos el siguiente dedo de la izquierda porque nuestras manos tenían 8 dedos, o sea, dos *manillas*.



Podemos, por tanto, indicar cada manilla por una de las cifras hexadecimales que representan del 0 al 15, (0-9 & A-F).

De esta forma cualquier *mano de 8 bits* puede escribirse exactamente como *dos manillas hexadecimales*:



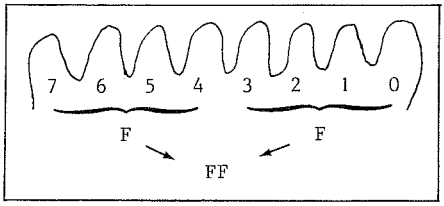
La manilla de la izquierda indica 16 veces más que la manilla de la derecha. Es bastante equivalente a la notación decimal: la cifra de las **decenas** vale **diez** veces más que la cifra de las **unidades**.

Un número en formato decimal como 15, lo convertimos tan automáticamente a 15 = (1*10) + 5 que no prestamos la más mínima atención.

Es exactamente lo mismo con notación hexadecimal. Para **convertir** de hexadecimal a decimal, **multiplicamos** la cifra hexadecimal de la manilla izquierda por **16** y le **sumamos** la cifra de la manilla derecha. Con el ejemplo anterior:

```
10H = (1*16) + 0
    = 16 Decimal
```

Así es como somos capaces de contar hasta 255 utilizando sólo 8 dedos. El número máximo lo obtenemos cuando están levantados todos los dedos:



FFH = (F*16) + F
= (15*16) + 15 (en decimal)
= 255 (Decimal)

El número más pequeño es cuando no tenemos levantado ningún dedo:

00H = 0 Decimal

- Observa que todos los números, hasta el mayor, requieren 2 -y sólo 2- cifras para definir el número.

Investiga por tí mismo cualquier combinación de 8 bits y mira a ver si puedes convertirlo a notación hexadecimal y luego a decimal. Al principio puede parecer un poco extraño y difícil pero pronto *le echarás el guante.*

Además, contar en hexadecimal es hacer lo mismo que en decimal:

Decimal:	26	27	28	29	30	etc.					
Hexadecimal:	26	27	28	29	2A	2B	2C	2D	2E	2F	30	etc.

Los valores de los números en decimal y en hexadecimal, corresponden a diferentes cantidades.

Te habrás dado cuenta que después de 29H viene 2AH y no 30H.

El siguiente programa en BASIC te permitirá teclear en tu Spectrum un número decimal y convertirlo a su valor en hexadecimal:

```
100 REM conversión decimal a decimohexal
110 PRINT "teclea valor en decimal"
120 INPUT n : PRINT n
130 LET S$ = ""
140 LET n2 = INT (n/16): LET n1 = INT (n - n2*16)
150 LET S$ = CHR$ ((n1 <= 9) * (n1 + 48) +
                   (n1 > 9) * (55 + n1) + S$
160 IF n2 = 0 THEN PRINT : PRINT "hexadecimal = " ; S$;
                  " H":FOR I = 1 TO 200: NEXT I: RUN
170 LET n = n2: GO TO 140
```

Intenta *convertir a mano* los siguientes números y utiliza el programa en BASIC para comprobar tu respuesta.

i. 16484 la dirección de la celdilla de memoria en que comienza la zona de pantalla.

ii. 22528 la dirección de la celdilla de memoria en que comienza la zona de atributos de la pantalla del Spectrum.

iii. 15360 la dirección de la celdilla en la memoria en que comienza el repertorio de símbolos del Spectrum.

iv. 15616 dirección de la celdilla de memoria en que comienzan la tabla de códigos ASCII en el Spectrum.

RESUMEN

DECIMAL

La notación decimal es un convenio para contar en grupos de 10 unidades cada vez. Las cifras decimales son 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

HEXADECIMAL

La notación hexadecimal es un convenio para contar en grupos de 16 unidades cada vez. Las cifras hexadecimales son 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E y F.

Algunas veces se *añade* una H al final de un valor hexadecimal para recordarnos que está escrito en ese formato. Por ejemplo: 1800H.

CELDILLAS DE MEMORIAS DE 8 BITS

El ZX Spectrum está diseñado para que cada celdilla de memoria contenga 8 bits (dedos). Cada celdilla de memoria puede guardar desde el 0 hasta 255 en decimal. Es más conveniente representarlo en la notación hexadecimal como un número de 2 cifras.

DE COMO SE REPRESENTA LA INFORMACION

Hay una diferencia enorme entre *humanos y computadores* para representar información. La información para los humanos está primordialmente compuesta de signos, cifras y letras (información alfanumérica), mientras que toda la información en un computador está almacenada como grupos de bits.

La palabra *bit* corresponde a *bi*nario digi*to* ("0" ó "1"). En el procesador Z80A, estos bits estan agrupados en series de 8. A un grupo de 8 bits lo llamamos... octeto (*byte si eres anglófilo*). A esta forma de representar información usando bits se denomina formato binario. Forma la base del lenguaje que el Z80 y la mayoría de los microprocesadores hablan.

Básicamente, dentro del Spectrum hay dos clases de información: la primera es el programa, la segunda son los datos sobre los que el programa opera y que pueden ser números o textos alfanuméricos. Comentaremos ahora estas tres representaciones: PROGRAMA, NUMEROS y ALFANUMERICOS.

REPRESENTACION DE UN PROGRAMA

Un PROGRAMA es una secuencia de instrucciones que damos a la CPU para que efectúe una determinada tarea, que puede *desglosarse* en un cierto número de "subtareas".

En el Z80 todas las instrucciones se representan internamente, por uno o varios octetos. Lógicamente a las instrucciones representadas por un octeto las llamamos instrucciones "*cortas*". Y las instrucciones *largas* son las representadas por dos o más octetos.

Como el Z80 es un microprocesador de 8 bits, solamente puede operar con un octeto a la vez. Y si requiere más de uno *los recaba sucesivamente* de la memoria. Por tanto, una instrucción de un sólo octeto será cumplimentada generalmente mucho más rápidamente que una instrucción de 2 ó 3 octetos. Como regla general, es más productivo escribir un programa en lenguaje-máquina utilizando instrucciones de un sólo octeto, cuando sea posible.

Puedes mirar ahora el repertorio de instrucciones que hay en el Apéndice y echar una ojeada sobre las instrucciones CORTAS y LARGAS. No te inquietes si no las puedes entender; ya las comentaremos en profundidad más adelante.

REPRESENTACION DE DATOS NUMERICOS

Representación de enteros

Como comentamos anteriormente, dado el diseño del Z80, no podemos tener un número como 11,53. La CPU puede únicamente trabajar con números enteros. Además, al usar sólo 8 dedos (8 bits), sólo representaremos los números en la escala de 0 a 255.

v.g.: el decimal "255" se representará por FFH
(cuya representación binaria es 1 1 1 1 1 1 1 1).

Pero, *¿qué pasa con los números negativos?*

Representación de números con signo

Recuerda que un octeto es una mano con 8 dedos y que un número se representa según los dedos que estén *alzados*.

Obviamente, para representar un número entero con signo en formato binario, tendremos que buscar algún convenio para distinguir los positivos de los negativos. Digamos que adoptamos el siguiente:

✶ SE CONSIDERARA UN NUMERO NEGATIVO CUANDO LA CPU TENGA SU PULGAR LEVANTADO.
(En la jerga de los computadores, *el pulgar* es el dedo colocado en el extremo izquierdo de la mano y se denomina bit 7).

Nos quedan solamente 7 dedos para representar el valor del número; lo que significa que el número máximo que podemos usar ya no es 255. De hecho, la mitad de los números que podemos tener en una sola mano (1 octeto) serán negativos y la otra mitad de ellos serán positivos (*todo depende de si el pulgar está alzado o no*).

La **gama total** de números posibles en una mano si adoptamos el convenio anterior será, por tanto, de -128 a +127. (Observa que la gama total de números sigue siendo todavía 256).

Y ahora, ya está liado el pastel: ¿Cuándo una mano con el pulgar levantado representa un entero positivo lo suficientemente grande, y cuándo corresponde a un número negativo?

La respuesta es: cuando te de la gana. Tú tienes que hacer la **elección**: el número puede corresponder a los positivos entre 0 y 255, o a los enteros positivos y negativos entre -128 y +127, pero no las dos cosas a la vez. A tí, programador, te toca **decidir el convenio** que estás utilizando en un momento dado.

Eligiendo una representación para los números negativos

Ya hemos decidido que *alzar el pulgar* significa que el **número es negativo**, y tenerlo *bajado* es **positivo**. (Pero, ¿nos basta con ésto?).

Pues no. Necesitamos decidir cuál de las 127 posibilidades que tenemos con los restantes 7 dedos corresponde a -1, cuál a -2, etc...

Necesitamos una representación para los números negativos, y de forma que cuando sumemos un número a **su opuesto** obtengamos 0. Como un ejercicio, pensemos cuál es el número que sumado a 1 nos da 0.

Usted perdone: obviamente es -1, y ya sabemos que el pulgar -bit 7- ha de estar alzado. Por tanto,

0000	0001
1???	????
0000	0000

¿cuál será?

Vamos a intentar con 1 0 0 0 0 0 0 1 -en otras palabras, lo mismo que +1, pero con pulgar alzado. Para comprobar si es -1 *intentemos sumar* este valor a +1.

0000	0001
1000	0001
1000	0010

La suma no es la respuesta correcta. Hubiera sido correcta si la respuesta fuera 0 0 0 0 0 0 0 0. Necesitamos buscar un número que a partir del 1 *que nos llevamos* en la primera columna, se logre que todos los colocados a la izquierda se conviertan en 0.

> Puedes intentarlo por tí mismo, pero verás que el único número que cumple esas conciciones es 1 1 1 1 1 1 1 1 (FFH en hexadecimal).

Para confirmarlo, sumemos:

0000	0001
1111	1111
0000	0000

y nos llevamos "una" a....

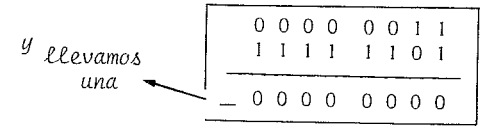
¿Habrá una forma para determinar la regla general que nos permita hallar el negativo de cualquier número? Del ejemplo parece deducirse que tenemos que **hallar el opuesto** de un número y **añadir un 1** al final.

Intentemos comprobar esta regla con otro número; por ejemplo 3:

es decir 3 =	0 0 0 0 0 0 1 1
opuesto	1 1 1 1 1 1 0 0
añadir 1 =	1 1 1 1 1 1 0 1

(FDH)

Sumémosle el número obtenido al 3, y veamos lo que pasa:



Hemos encontrado una manera de representar números negativos

```
-01 = FF
-02 = FE
-03 = FD
...y así sucesivamente.
```

El mayor número positivo es:

```
0 1 1 1  1 1 1 1 = 7F = 127 decimal
```

y el mayor negativo será:

```
1 0 0 0  0 0 0 1 = 81 = -127 decimal
```

La comprobación real de la regla es ver si aplicándosela a un número negativo volvemos a obtener el positivo opuesto. Intentémoslo con -3, que como resultó anteriormente es FDH

```
Número    1 1 1 1  1 1 0 1
Opuesto   0 0 0 0  0 0 1 0
Suma 1 =  0 0 0 0  0 0 1 1   = 3
```

Y sigue funcionando

Es por tanto, una representación que funciona correctamente, y la podemos aplicar para obtener el negativo de cualquier número.

Números negativos con 16 bits.

El mismo razonamiento se aplica a los números a 2 manos (de 16 bits), y en los que sólo necesitemos alzar el pulgar de una sola mano para indicar si el número es negativo o no. Por convenio se utiliza el bit 7 del octeto de mayor peso.

Convenio

Hablando en términos informáticos diremos que es una representación en COMPLEMENTO A DOSES. En uno de los apéndices de este libro encontrarás las tablas de complemento a doses de los números negativos, (también se dice *complemento a dos*).

Pero recuerda que sólo es un convenio; eres tú quien todavía tiene que decidir en cada momento si los números que estás usando quieren representar números en la gama 0 a 255, o números en la gama -128 a +127.

Ejercicio

i. Si 127 (0 1 1 1 1 1 1 1) es el mayor número positivo que puede ser representado con este convenio: ¿cómo representarías -128?

ii. Encuentra el número positivo de mayor valor usando 16 bits (2 manos u octetos) y el mayor número negativo de 16 bits.

iii. Encuentra el complemento a doses del número más pequeño de 16 bits. ¿Por qué es 8000H?

Representación de datos alfanuméricos

Algunas veces en lenguaje-máquina no queremos que los números sean instrucciones para el procesador, ni que sean números para cálculos; podemos simplemente querer que representen cifras o letras, v.g.: el título de tu último programa *"el programa nº. 1 del mundo"*.

Nuestro convenio para representar **datos alfanuméricos**, es decir: *ristras de símbolos*, es bastante directo: todos los símbolos pueden representarse con una sola mano (en un código de 8 bits).

● *En el mundo de los ordenadores hay dos convenios internacionales para representar datos alfanuméricos: èl código* ASCII *y el código* EBCDIC:

✶ASCII corresponde a *Americano Estándar Código Información Intercambio* y se utiliza universalmente en la industria de microcomputadores.

✶EBCDIC es una variación de ASCII utilizada por IBM que corresponde a *Extendido Binario Codificado Decimal Intercambio Código.*

En el ZX Spectrum, los símbolos alfanuméricos corresponden al convenio ASCII, excepto para el símbolo de *la libra* 61H y el de *arrobas* (7FH). En el apéndice correspondiente hay una tabla de conversión del código ASCII. Compárala con la tabla del apéndice A de tu manual del Spectrum.

Teclea esto: PRINT CHR$ 33
y aparecerá "!" porque el signo de admiración se representa internamente por 21H (que es decimal 33).

Para tu ayuda:

Te hemos mostrado que la mano de la CPU puede mostrar diferentes cosas:

Puede ser
- una instrucción para la CPU
- un número entre 0 y 255.
- un número entre -128 y +127
- una parte de un número a 2 manos
- un símbolo alfanumérico.

Todo eso es cierto, y depende de tí -el programador- recordar lo que se supone que la CPU tiene en su mano.

RESUMEN

CONTENIDO DE LA MEMORIA

La memoria del Spectrum puede guardar programas, números y textos; tal y como deseemos. No hay forma de decir *cuál es cuál* examinando sólo el contenido de una única celdilla de memoria.

PROGRAMAS

Las instrucciones de un programa se guardan en memoria como secuencias de octetos. Algunas instrucciones requieren sólo un octeto, mientras que otras precisan hasta 4 octetos.

NUMEROS

Cada celdilla de memoria puede utilizarse para guardar números enteros positivos o números enteros con signo, según *nosotros elijamos*. La gama de números puede ser, por tanto, de 0 a 255 ó de -128 a +127.

NUMEROS NEGATIVOS

Se ha adoptado un convenio para números con signo (+ ó -):
si el bit 7 está alzado (on), el número es negativo;
si el bit 7 está bajado (off) el número es positivo.

Complemento a doses.

El complemento a doses de cualquier número en representación binaria es su opuesto. Se obtiene *invirtiendo* el número binario (cambiando unos por ceros y ceros por unos) y añadiendo "1".

UNA OJEADA SOBRE LA CPU

Introducción

Hemos dicho que *el cerebrillo* del Spectrum es la CPU: el microprocesador Z80A. Es una versión más rápida del procesador Z80, fabricado bajo licencia de Zilog Inc.

La única diferencia entre el Z80 y el Z80A, es que el primero *circula a una velocidad* de 2 Mhz/s (Megaciclos por segundo), mientras que el segundo lo hace a un *ritmo* de 3.5 Mhz/s. "El ritmo del reloj" es simplemente una medida de *cuán rápido* la CPU realiza sus cálculos. En el Spectrum, se generan por segundo 3,5 millones de **impulsos de reloj**, es decir, un impulso de reloj cada 0,00000286 de segundo.

La instrucción más rápida que la CPU puede efectuar *toma* 4 impulsos de reloj, mientras que la más lenta requiere 21 impulsos. Lo que significa que, aún realizando todas las instrucciones como si fueran de las más lentas, en cada segundo se llevarían a cabo alrededor de 160.000 instrucciones!

El aspecto **fisical** *del cerebro*

El microprocesador del Spectrum es una pastilla de **silicio** con *40 patillas* numeradas de la 1 a la 40. Estas patillas son las *vías de acceso* del procesador, por las que se comunica con el resto de los **circuitos** del computador. Por ejemplo, el procesador coge la energía que consume mediante la patilla 11; los impulsos de reloj mediante la patilla 6; señala direcciones mediante las patillas 1 a 5 y 30 a 40, y recibe y envía datos mediante las patillas 7 a 15 exceptuando la 11. El resto de los *pines* son para intercambiar señales de control.

Puede que estés totalmente perdido en este momento. Pero no te asombres, es realmente una ventaja para nosotros que no sepamos la estructura interna de la máquina, y que no necesitemos saberlo para usar toda su capacidad. Lo mismo sucede con una calculadora. La estructura **fisical** *de la máquina es "transparente" al usuario, (en otras palabras, no la vemos). Unicamente estamos interesados en la estructura* **logical** *del calculador, o en este caso del microprocesador Z80, y cómo podemos emplearla para nuestros fines.*

El aspecto logical *del cerebrillo*

El Z80 puede dividirse en 5 partes funcionales, a saber:

i. la unidad de control
ii. el registro de instrucciones
iii. el contador de programa
iv. la unidad aritmeticológica
v. los 24 registros del usuario (las manos y pies utilizables de la CPU).

UNIDAD DE CONTROL

Podemos ver a la unidad de control como *supervisora* de los procesos en la CPU. Su labor es **sincronizar** y coordinar la entrada, el tratamiento, y el resultado de la tarea que la CPU ha sido encargada de realizar; vengan las instrucciones del programa en ROM o del propio programa del usuario.

EL REGISTRO DE INSTRUCCIONES

Es una *mano* que la CPU utiliza para anotar la **instrucción corriente** que toca realizar. La tarea completa -especificada por el programa- debe residir en alguna parte de la memoria, sea en la ROM o en la RAM (Random Access Memory). Debes recordar que un programa es una secuencia de instrucciones. Por lo tanto, para *seguir* un programa, la unidad de control tiene que *ir, coger y traer* cada instrucción de la memoria y colocarla en la mano llamada registro de instrucciones.

CONTADOR DE PROGRAMA

Realmente es uno de los *pies* de la Z80 que le dice a la CPU donde está la siguiente parte del programa (la dirección de la siguiente celdilla de memoria de la que la unidad de control debe **recabar** la instrucción). Es como un capataz del almacén de instrucciones, anotando la situación de la instrucción que toca cumplimentar a continuación.

UNIDAD ARITMETICOLOGICA

Es la *calculadora* interna de la CPU. Puede efectuar tanto operaciones aritméticas como operaciones lógicas. De todas las funciones aritméticas básicas que tú y yo conocemos, sólo puede realizar sumas y restas simples, incrementar (añadir 1) y decrementar (restar 1), pero no la multiplicación ni la división. Esta unidad puede además comparar números a una mano, o efectuar operaciones con los bits, tales como desplazar *los dedos* alrededor de sí mismos, mantener determinados dedos alzados o bajados, etc.

> Como consecuencia de los cálculos que la ALU (Arithmetic and Logic Unit) realiza, se ve afectado el estado de diferentes *banderines* del "registro de banderines". *Se comentará con más detalle en breve.*

REGISTROS DE USUARIO

Son las *manos y pies* de la CPU, que tú -el programador- puedes controlar.

Hay 24 registros de usuario dentro del microprocesador Z80; algunos son manos, y algunos son pies.

Las *imagenes* que hemos adoptado de manos, pies y cajetines, facilitan, y son una buena representación de lo que está pasando; pero los *expertos* en computadoras tienden a mirarte desdeñosamente si dices: *"entonces el computador traspasó la información de su mano derecha a su mano izquierda"*. Así que darémos ahora los nombres apropiados para las manos y pies de la CPU, de manera que cuando *encares* una situación parecida seas capaz de decir:

```
"LD B, A"
```

Para comenzar, los expertos se refieren a las manos y pies de la CPU como REGISTROS. Habíamos mencionado antes que la CPU tiene 8 manos: se denominan A, B, C, D, E, F, H y L. En nuestro mundo la definición de *mano es algo con 8 dedos.*

La CPU tiene 2 pies: se llaman IX e IY. La definición de un *pie es algo con 16 dedos.*

Los nombres de las manos y pies son bastante fáciles de recordar; ya que si un registro tiene como nombre sólo una letra debe ser una mano (y contener 8 bits), mientras que si tiene dos letras debe ser un pie (esto es, tiene 16 bits).

> *¿Notaste la suave transición de dedos a bits, y de manos y pies a registros? En menos que canta un gallo te habrémos acostumbrado a la terminología adecuada.*

Realmente, las dos manos restantes de la CPU después de D, E, F, no reciben el nombre de G y H -como uno podía esperar- sino de H y L.

La forma convencional de representar todos estos registros es la siguiente:

A	F
B	C
D	E
H	L
IX	
IY	

Observa que F está *emparejado* con A, pero quitando eso el resto es bastante natural. La razón de emparejar los registros de esta manera es que, a veces, es posible construir *un pie a base de manos*.

Después de todo, si la definición de pie es algo con 16 bits, puede ser que podamos vacilar de vez en cuando y utilizar 2 manos de 8 bits para hacer el trabajo de un pie. Solemos hablar por tanto, de **pares de registros** tales como BC, DE y HL.

Hay una razón para que el par de registros HL se llame HL, en lugar de llamarse GH u otra cosa. Para ayudar a que recuerdes cual de los dos registros contiene el dígito mayor y cual contiene el dígito inferior:

Es como si desearas representar los números del 0 al 100 con tus manos y pies. Fácilmente puedes establecer que tus dedos de las manos representan los números de 0 a 10, y que los dedos de tus pies (suponiendo que seas lo suficientemente ágil) también. Una forma de marcar el número 37 sería marcar 3 con los dedos de la mano, y 7 con los de los pies. Pero tiene que haber un *acuerdo* con tu interlocutor sobre cual es la cifra de las **decenas** y cual es la cifra de las unidades; de otra manera, cualquiera puede pensar que estás queriendo decir 73 en lugar de 37.

La H en HL corresponde a ALTO y la L a BAJO. Así que... ningún inglés puede confundirse, porque para decir "alto" dicen "High" y para decir "bajo" dicen "Low". (No es necesario aclarar que los microprocesadores hispanos están por venir).

Este diagrama con los **registros emparejados** también sirve para indicar qué registro de las otras parejas contiene el dígito mayor: B en BC - D en DE.

Porque todos los altos y los bajos se tratan siempre en el mismo orden.

Los pies (IX e IY) también tienen un nombre especial: se llaman **registros indiciales**. Lo que tiene mucho que ver con el hecho de que se emplean para organizar la información de manera análoga al *índice de un libro*. También puedes verlos como **punteros** (palos largos que servían para apuntar o señalar cosas en la pizarra), dirigidos hacia una celdilla de memoria. (También verás que se llaman **indexados**, y recuerda que **index** e **índice** es lo mismo).

OK, ahora que comprendes la terminología, vamos a matizar algunos puntos:

EL ACUMULADOR (Registro A)

Este registro de 8 bits (un solo octeto) es el registro más importante del Z80. Su nombre data de las primeras generaciones de computadores cuando únicamente había sólo un registro que se utilizaba para acumular los resultados parciales de las operaciones.

Sin embargo, aunque hemos avanzado desde esa primera generación, el **acumulador** continua utilizándose ampliamente para las operaciones aritméticas y lógicas. De hecho, la mayoría de los procesadores todavía estan diseñados de forma que muchas operaciones sólo pueden efectuarse utilizando el registro A. También es verdad en la cucaracha Z80, y el registro A es un registro **preferente**. Puedes mirarlo como la *mano derecha* de la CPU, de la misma forma que la mayoría de la gente puede efectuar algunas tareas más facilmente con su mano diestra que con su mano zurda.

El registro "F"

Observa, por favor, que "AF" no se trata habitualmente como una pareja de registros. La F en este caso sirve para indicar el *flamear de banderas* (y Flag es banderín en inglés). Es una mano con 8 dedos, en la cual, cada dedo sujeta una banderita que cuando está **alzada** indica que **sí** se cumple una determinada condición y cuando está **bajada** que **no** se cumple. Como Lo ampliarémos en otro capítulo; alza ahora un banderín o hazte un nudo en el pañuelo para recordarlo .

El par de registros HL.

De las tres parejas de registros (BC, DE, HL), la pareja HL es probablemente la más importante. Además de dar al usuario la opción de usarlo como dos registros **independientes**, o como **una pareja** de registros; el Z80 está diseñado de manera que hay ciertas operaciones aritméticas con *números a dos manos* que solamente pueden efectuarse utilizando este par de registros. A causa de este particular *privilegio* desde el punto de vista circuital, las operaciones generales con pares de registros, son normalmente más rápidas utilizando la pareja HL. Esto hace que prefiramos utilizar en lenguaje-máquina el par de registros HL.

¿Podemos considerar al registro HL como el *pie derecho* de la CPU?
Salvo que uno sea zocato, es bastante aproximado.

Yo pensé que podía ser la ocasión propicia para mencionar que la CPU también tiene *un grupo de manos de reserva*. Realmente no tanto como un conjunto de manos de repuesto (de acuerdo, el conjunto de registros alternativos, si prefieres la terminología al uso), sino un conjunto de recambio de *guantes de trabajo*.

Pero son unos guantes de plástico tan *acartonados* que de hecho retienen la forma de tu mano cuando te los quitas. Si por ejemplo, has marcado el número 3 con tu mano, subiendo *el meñique y el anular*, al quitarte tus guantes, éstos todavía mantienen la forma de la mano con esos dos dedos alzados!

Sin ninguna duda, ya puedes pensar como utilizar esos guantes:

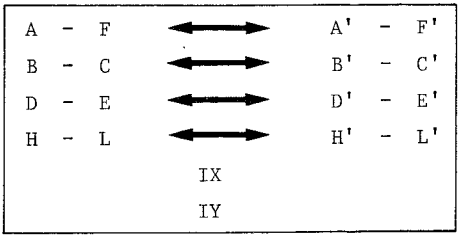
> puedes tomar nota de un número mientras llevas unos guantes, *canjear* los que llevas por los de reserva, y el número antiguo todavía estará ahí siempre que lo necesites -*en el par de guantes que te has quitado!*

Claro que tendrás que volver a **intercambiar** los guantes para poder utilizar la información que los guantes retienen.

La CPU tiene guantes de reserva para cada par de manos (pero no para los pies. ¿Quién lleva guantes en los pies?)

Pero **no son intercambiables** entre manos, así como no se puede poner un guante derecho en la mano izquierda.

Si representamos todos los registros, tendrémos:



Observa que el conjunto de guantes que estás llevando, tiene el mismo nombre que la mano correspondiente, mientras que el conjunto de reserva está indicado con un apóstrofe y la misma letra.

Las instrucciones siempre hacen referencia a lo que están haciendo las manos, no al par de guantes que llevan. Así, aunque señalemos el grupo de reserva con un apóstrofe, no existe una instrucción como LD A', 1. La CPU, siempre y únicamente trabaja con sus manos, no con sus guantes.

Las únicas instrucciones en que el grupo de registros alternativos está involucrado, son las de "*canjear* ahora los guantes", por ejemplo:

```
1.  LD A, (CAJ#1)          ; Carga A con el contenido del cajetín 1.
2.  EX AF, AF'             ; EX es abreviatura de EXCHANGE (lo que pone
                           ; en la ventanilla de cambio de moneda)
                           ; Canje de guantes en registros A y F.
3.  LD A, (CAJ#2)          ;
4.  EX AF, AF'             ; Otro intercambio de guantes.
5.  LD A, (CAJ#3)          ;
```

Este ejemplo intenta demostrar el concepto del conjunto de registros alternativos. Intenta determinar qué sucede.

```
(CAJ 1) = 1
(CAJ 2) = 2
(CAJ 3) = 3
```

Te presentamos lo que sucede después de cada instrucción:

	Registro A	*Registro A'*
1.	1	No se sabe
2.	No se sabe	1
3.	2	1
4.	1	2
5.	3	2

✶ Es bastante simple ¿no te parece?

Te darás cuenta que el **intercambio de registros** es particularmente útil cuando *se te acaban* las manos, (se te acaban los registros), y no quieres liberar tus manos o pies guardando lo que esté marcado en ellas, en la **pila** o en la memoria. Profundizarémos en este punto más adelante.

¿Todavía hay más registros?

Sí señor, todavía hay más registros, pero probablemente no los utilices a menudo.

EL PUNTERO DE LA PILA

El **puntero de la pila** es otro de los pies que la CPU tiene (un registro para direcciones; con dos octetos).

Siempre apunta al lugar donde está la *cima* de la pila. Y la pila *crece*, y *crece hacia abajo*, desde las celdillas de memoria con una dirección mayor hacia las celdillas de memoria con direcciones menores.

Habitualmente no tienes que hacer absolutamente nada con el puntero de la pila, cuando estás programando en lenguaje-máquina.

> La CPU se preocupa de ello y actualiza este puntero cada vez que tú *empujas* (PUSH) o *tiras de* (POP) información en la pila.

A menudo, se comete el error de olvidar que hay que volver a coger (POP) el valor que has apilado (PUSH). Puedes estar seguro que eso hará que tu programa *se la pegue*.

El registro I

Este es el registro para los **vectores de interrupción**.

> En los sistemas basados en el sistema Z80 distintos al Spectrum, este registro normalmente se utiliza para guardar la dirección de comienzo de una tabla de direcciones que trate las diferentes respuestas ante una posible **interrupción**.

Sin embargo, en el Spectrum no se utiliza de esta forma; y el registro I está involucrado en generar **las señales de cuadro** de televisión. Es improbable que tengas que usar este registro.

El registro R

El registro R es un registro para **refrescar la memoria**.

Está incorporado en el Z80 para refrescar automáticamente las **memorias dinámicas**. A medida que el Z80 está haciendo su trabajo, la información almacenada en memoria dinámica, que no ha sido *consultada* recientemente, *se desvanecerá* (porque todo "condensador" se va descargando). A menos que estas celdillas de memoria sean refrescadas (recargadas), la información almacenada en ellas desaparecerá.

El registro R se comporta como un simple **contador** que se incrementa cada vez que se produce una **lectura** en la memoria. El valor del registro R recorre repetidamente desde 0 a 255.

Por eso se puede -mediante los circuitos- garantizar que todas las partes de la memoria se *refrescan* adecuadamente.

> *Pero no te preocupes: tú no necesitarás saber nada de eso.*
>
> *Es algo que a Mr. Sinclair ya le preocupó cuando diseñó el Spectrum. Nosotros simplemente utilizamos su computador sin inquietarnos por esto.*

Desde el punto de vista de la programación, puedes considerar que el **registro R** está relacionado únicamente con los **circuitos**. Pero algunas veces puedes utilizarlo como un medio de obtener un número **aleatorio** entre 0 y 255. Te mostraremos esta forma de utilización posteriormente.

RESUMEN

REGISTROS DEL USUARIO

Hay 8 registros principales de 8 bits en la CPU (A, B, C, D, E, F, H y L) y dos registros de 16 bits (IX e IY). Los registros de 8 bits sólo tienen una letra por nombre, mientras que los registros de 16 bits tienen dos letras.

PAREJAS DE REGISTROS

Seis de los ocho registros de 8 bits pueden en algunas circunstancias ser utilizados en **parejas** para operar con números de 16 bits.

Son los pares de registros: BC, DE y HL. El nombre HL sirve para recordarnos cual es el octeto de **mayor orden** (H) y cual es de **menor orden** (L).

REGISTROS PREFERENTES

El Z80 está diseñado de manera que algunas de las instrucciones de 8 bits sólo pueden efectuarse con el **registro** A; mientras que algunas instrucciones de 16 bits sólo pueden hacerse con la **pareja HL.**

CONJUNTO DE REGISTROS ALTERNATIVOS

Los 8 registros principales de 8 bits pueden **canjearse** con otro conjunto **alternativo** de registros.

Los valores contenidos en los registros principales son guardados por la CPU en el conjunto alternativo, cuando se *dicta* la instrucción de canjear registros. Se puede seguir operando con el conjunto principal de registros, pero los valores guardados en el conjunto alternativo no pueden ser consultados ni manipulados hasta que se produzca un nuevo canje de registros.

TODO ESTO ESTA MUY BIEN, PERO ¿COMO SE PASA UN PROGRAMA EN LENGUAJE-MAQUINA?

Ya has oído bastante sobre la CPU y la notación hexadecimal y seguirá pareciéndote que no viene al caso. No explica cómo realmente se rula *(RUN) un programa en lenguaje-máquina.*

El ZX Spectrum está realmente siguiendo programas en lenguaje-máquina todo el tiempo! (cuando está enchufado). Lo que pasa es que no somos conscientes de ello. Incluso cuando no está haciendo nada, esperando algo en el teclado o mostrando la pantalla desnuda, el computador Spectrum está ocupado, *currando* bajo el control de un programa en lenguaje-máquina.

Ese programa es el que está grabado en la pastilla ROM y al que nos referimos como "sistema operativo". Por ejemplo, la parte del programa que está rulando cuando tú simplemente estás sentado mirando a la pantalla, lleva a cabo las siguientes tareas: *explora* el teclado para ver si pulsas algo; *observa* que no has pulsado ninguna tecla; *presenta* la pantalla vacía correspondiente y *vuelve* a explorar el teclado.

Incluso, cuando tú estás pasando un programa en BASIC, la CPU todavía sigue las instrucciones del programa en lenguaje-máquina. Este programa es de la clase "intérprete" como ya te hemos explicado: él *estudia* tu siguiente instrucción en BASIC; la *convierte* a lenguaje-máquina; *efectúa* esa instrucción, y *vuelve* a interpretar la siguiente instrucción.

Todo eso deja de ser cierto cuando tú pasas tu propio programa en lenguaje-máquina!

Libertad total frente al sistema operativo!

Utilizando la función "USuaRio" cedemos totalmente el control de la CPU a las instrucciones que hallamos colocado a partir de la dirección USR. La CPU interpretará lo que allí encuentre como instrucciones válidas en lenguaje-máquina y las cumplimentará.

Puede ser bastante espantoso -ya que puedes perder todo lo que tienes guardado en memoria- si perdieras el control. Un error, una letra errónea, y tendrás que apagar el Spectrum y comenzar de nuevo desde el principio.

No hay mensajes de error que te avisen de lo que has hecho equivocadamente, ni comprobación de la sintáxis en una instrucción incorrecta. De manera que si cometes el error más mínimo, puedes desperdiciar las horas de trabajo que empleaste en *meter* tu programa!

Al final de este libro hemos incluido un programa en BASIC que te permitirá meter y corregir programas en lenguaje-máquina. Una vez que has cargado este programa

en tu Spectrum, guárdalo en cinta, ya que es más que probable que pierdas el control de tu programa en lenguaje-máquina como mínimo, una vez. Por otro lado, no tengas temor a experimentar (no puedes estropear el computador con ningún programa en lenguaje-máquina que metas). *Lo peor* que puede suceder es que tengas que apagar tu Spectrum y volver a encenderlo.

> *Justamente ahora te abrirémos el apetito con un programa en lenguaje-máquina de lo más simple. Carga el "Monitor de rutinas en lenguaje-máquina" que se encuentra al final de este libro y EJECUTALO*

El programa te preguntará por la dirección en dónde cargarlo. Significa dónde quieres que el código máquina *resida*. Con este programa no puedes usar una dirección inferior a 31500, así que elijamos 32000. *Teclea* el número 32000 y luego *pulsa* (ENTER).

La pantalla te muestra ahora:

Comando o línea (###):

Esto significa que el programa está esperando que le dictes un comando o un número de línea en código máquina.

Tecleemos "1"; luego un 'blanco'; luego "C" y luego '9'. Es como dar una línea en BASIC numerada con 1, pero es una línea en código máquina. Si todo está OK, pulsa ENTER. La pantalla te mostrará ahora la línea metida:

```
1 C9
```

y en el fondo de la pantalla te recordará:

"Comando o línea (###):

En este momento no quieres añadir ninguna línea más, así que dictarémos ahora un comando.

Teclea el comando que hace volcar (DUMP) el código máquina de tu listado en la dirección que has especificado, a saber la 32000. (Y luego pulsa ENTER).

Enhorabuena: ya has metido una instrucción en lenguaje-máquina de un programa!

Puedes comprobar que la ha guardado correctamente, tecleando el comando MEM, seguida de ENTER. Este comando te permite examinar el contenido de la memoria, por lo que te preguntará la dirección de comienzo. Teclea 32000 y luego ENTER.

Te mostrará el contenido de las celdillas de memoria, desde la 32000 hasta la 32087. Todas mostrarán 00, excepto la 32000 que te mostrará C9. Pulsa la tecla "m" para volver al principio del programa.

Lo que la instrucción "C9" significa es: RETURN! (vuelva)

Es un poco como montar en bicicleta por primera vez: realmente quieres quedarte suelto por tí mismo, pero tan pronto como has andado un poquitín, quieres "volver" a la seguridad del suelo (o al sistema operativo como es este caso).

Rulemos ahora nuestro programa en lenguaje-máquina. Para pasar cualquier programa en lenguaje-máquina, tienes que haberlo volcado en la memoria y dar el comando RUN seguido de ENTER.

¿Qué pasó? ¿Por qué la pantalla mostró 32000 al final de la pantalla? Esa fue la dirección utilizada como **dirección de carga** *del principio del programa.*

✶ No olvides que la función de "USR" es ejecutar una **subrutina** en lenguaje-máquina. Como parte de esa función, el valor de USR al *volver* del programa que tú tienes en memoria, será el valor de la pareja de registros BC.

La respuesta se basa en la forma en que el sistema operativo del Spectrum (sí, ese mismo) trata la función "USR".

Cuando el sistema operativo *encuentra* la función "USR" carga la dirección que el usuario especificó, en el par de registros BC -en este caso 32000-.

El valor de "USR", por ejemplo en

```
LET A = USR 32000
```

es claro que nos da la respuesta 32000.

Esta *peculiaridad* de la función "USR" demostrará su utilidad al permitirnos observar lo que sucede al *pasar* un programa en lenguaje-máquina.

Metamos el siguiente programa en lenguaje-máquina:

```
0B
C9
```

La forma de meter este programa de sólo dos instrucciones es la siguiente:

Para *meter* la línea 1 0B: teclea '1', luego 'blanco', luego '0', luego 'B' y luego pulsa ENTER. Similarmente *mete* la línea 2 C9. El listado debe mostrarte que has metido las líneas correctamente. Teclea el comando DUMP y luego el comando RUN.

Esta vez, el resultado será 31999! Porque la instrucción 0B es "DEC BC" (*abreviatura* de DECrementar el valor de BC en 1).

Ejercicio:

Experimenta con las instrucciones que operan con el par de registros BC y que puedes consultar en la tabla del final. ¿Puedes deducir lo que las abreviaturas significan?

Ten presente que la última línea de todos tus programas debe ser "C9". Es la instrucción de volver (RETURN), y si lo olvidas, el programa nunca *devolverá* el control al sistema operativo.

Si ésto te sucede, no te preocupes -tu computador no ha sido dañado. Simplemente apágalo y vuelve a cargar todo.

Ejercicio:

Puedes utilizar el comando "mem" para examinar cualquier parte de la memoria. Prueba con diferentes direcciones en las que pienses que vas a *toparte con* algo interesante.

DE COMO LA CPU USA SUS EXTREMIDADES (REGISTROS)

Introducción

Hemos visto que la CPU del ZX Spectrum tiene 24 *manos y pies*. Justamente las operaciones que están permitidas y la facilidad con que son ejecutadas por la CPU, son la *clave* para la programación en lenguaje-máquina de tu Spectrum.

Imagínate por un momento convertido en una CPU:

> *Probablemente como la mayoría de la gente, eres 'diestro' y puedes hacer cosas con tu mano derecha que no te son fáciles de hacer con tu mano izquierda. Hay además ciertas acciones que son fáciles de realizar de una forma, pero más difíciles de otra. Como coger algo de un estante con tu pie izquierdo y pasarlo a tu mano derecha; es más difícil que hacerlo si utilizas tus manos izquierda y derecha.*

Es lo mismo con el lenguaje-máquina: tú puedes efectuar algunas tareas fácilmente de una forma, con más dificultad de otra, y puede que sea imposible según una tercera. Saber cuáles combinaciones de acciones son las permitidas, es la clave del éxito.

La mano de la CPU equivalente a tu mano derecha es el registro A. ¿Lo recuerdas? El acumulador, la mano que surgió como resultado de la herencia genética de los primeros computadores.

Por otro lado, puedes guardar temporalmente lo que tienes en tu mano derecha sobre cualquier otra mano, pie y viceversa. Los *inventores* de los computadores se refieren a ésto como direccionamiento de registros. Lo que es un nombre demasiado pomposo para decir transferencia de información de un registro a otro.

Otros ejemplos serían

```
LD A, B
LD H, E
```

y así seguirían.

Observa por favor, que LD es el nemónimo (abreviatura) de "cargar" (LOAD) y que cuando en lenguaje ensamblador ves una coma se lee "con". Por tanto LD A, B lo leeríamos como

CARGAR A con B

Una instrucción en lenguaje ensamblador se lee en el mismo *orden* en que se leería una *frase* normal.

Hay además otras combinaciones o formas distintas al **direccionamiento de registros**, en que la información puede ser transferida de un registro a otro o de un registro a la memoria.

LAS FORMAS EN QUE PUEDES UTILIZAR LAS EXTREMIDADES DE LA CPU:

Una de las ventajas del procesador Z80 es el gran número de manos y pies, y las posibles combinaciones (**modos de direccionamiento**) de que dispone.

Echemos un ojo a las combinaciones ofrecidas por el Z80:

- Direccionamiento inmediato
- Direccionamiento de registros
- Direccionamiento indirecto de registros
- Direccionamiento extendido
- Direccionamiento indiciado.

Vaya una lista de nombrecitos. No te preocupes, ten confianza y nos los *merendarémos* uno a uno en breve. Y los entenderás, aunque se usen nombres parecidos, v.g.: **indexado**.

La lista anterior no cubre todas las posibles combinaciones -sólo aquellas que corresponden a los números a una mano-. Tratemos cada una de estas posibles *contorsiones* por turno:

Direccionamiento inmediato

Su forma general es:

```
LD r, n
```

(usamos LD como un ejemplo pero vale para otras instrucciones).

Usamos la abreviatura "r" para indicar **cualquier** registro de 8 bits y la "n" para **cualquier** número de 8 bits.

El **direccionamiento inmediato** es una técnica que se emplea sólo para una única mano. En realidad el dato es una parte de la instrucción, esto significa que la CPU puede ejecutar la instrucción **inmediatamente** que la recibe. No necesita *buscar* en la memoria ninguna otra información para cumplir esta instrucción.

Por ejemplo, para *anotar* el número 215 en la mano A. Estoy seguro de que ya sabes lo bastante de **nemónimos** para ser capaz de escribir ésto como: LD A, 215 ó LD A, D7H Te reiteramos que puedes hacer ésto con cualquiera de los registros y con cualquier número.

El FORMATO para el **direccionamiento inmediato** se muestra a continuación:

octeto 1	código de instrucción	*(que le dice al computador cuál es la instrucción)*
octeto 2	n	*(el valor del dato real de esa instrucción).*

* Dado que sólo hay un octeto reservado para el dato, el número que puedes especificar debe estar dentro de la **escala** 0 - 255. Si no lo entiendes todavía, vuelve a estudiar el capítulo "la forma de contar de los computadores".

Habitualmente utilizamos el direccionamiento inmediato para **inicializar** los contadores y para **definir** las constantes que necesitamos en los cálculos.

El **direccionamiento inmediato** es fácil de usar en lenguaje-máquina. Sin embargo, es el menos flexible de todas las **transacciones** (modos de direccionamiento) dado que el registro implicado y el dato, han de determinarse en el momento de escribir el programa. La instrucción BASIC equivalente sería

```
LET A = 5
```

- Obviamente necesitamos esta clase de instrucción, pero no podríamos escribir programas sólo con esta *clase*.

El direccionamiento inmediato es muy conveniente pero no resuelve ningún gran problema.

Pero como mínimo empezamos a llegar a algún sitio. Nosotros -los programadores- podemos especificar ahora los números que cargamos en cada registro.

Direccionamiento de registros

Ya hemos comentado este modo anteriormente. Su formato general es LD r, r (u otra instrucción distinta a LD).

Esta técnica sólo hace **referencia** a dos manos; es pasar información de una mano a otra.

La CPU *permite* el paso de información entre dos manos cualesquiera, *excepto* la mano "F" (que no debiera considerarse nunca como mano, ya que es el registro de "banderínes" y no guarda números en la forma normal).

Las instrucciones con direccionamiento de registros sólo necesitan un octeto.

Las instrucciones de esta clase no solamente son **cortas** (un octeto) sino que también son muy **rápidas**. El tiempo necesario para ejecutarlas es el correspondiente a 4 **impulsos** de reloj; o sea: menos de 1 microsegundo en el Spectrum.

✶ Hay una *regla* al escribir programas en lenguaje-máquina: Las transacciones (transferencias de registros a registros) de mano a mano, deberán utilizarse siempre que sea posible, para *mejorar* la eficacia del programa tanto en tiempo como en ocupación de memoria.

Direccionamiento indirecto de registros

LD (rr), A ó LD A, (rr) ó LD (HL), n

Esta potente clase de instrucciones *provoca* la transferencia de datos entre la CPU y la celdilla de memoria a la que *apunta* el contenido de uno de los pares de registros de 16 bits (los pies).

El direccionamiento indirecto de registros es más rápido que el direccionamiento indirecto ordinario, dado que la CPU no necesita coger la dirección de la memoria.

Sin embargo, debemos cargar anteriormente el registro, por lo que el direccionamiento indirecto de registros *sólo* es ventajoso cuando el programa utiliza muchas veces la misma dirección, o una muy cercana. Por ejemplo:

```
            LD HL, FORMA      ; carga HL con el comienzo de la tabla
                              ; denominada FORMA.
LAZO        LD A, (HL)        ; recaba un dato
            INC HL            ; mueve el puntero hacia adelante.
            continúa LAZO
                    hasta acabar con la tabla FORMA
```

Direccionamiento extendido

LD A, (nn) ó LD (nn), A

En el direccionamiento extendido, la instrucción del programa suministra a la CPU una determinada dirección mediante dos octetos. Si la transacción es desde o hasta el acumulador, la transferencia de información sólo afectará al contenido de la celdilla de memoria mencionada por el entero de dos octetos.

Si la transacción es desde o hasta una pareja de registros, tanto el contenido de la celdilla de memoria mencionada por el entero de dos octetos y la siguiente celdilla de memoria se verán afectadas.

El *formato* de esta clase de instrucciones es:

octeto 1	*código de operación*
octeto 2	*(posible subcódigo de operación)*
octeto 3	*parte inferior del valor de 16 bits.*
octeto 4	*parte superior del valor de 16 bits.*

Esta es la forma en que un programa puede *leer* la memoria y colocar el valor en los registros del usuario. También, requiere una dirección absoluta; en otras palabras, el programa que resulta de utilizar esta clase de direccionamiento no puede ser reubicable, excepto cuando la dirección absoluta que se menciona en la instrucción es reubicable. (Y recuerda que reubicar es cambiar de *ubicación* o sitio).

```
eg.     FORMA DB n, n, n,...   ;   los datos de la tabla FORMA
                .
                .
              LD A, (FORMA)    ;   cargar el primer octeto de la tabla
                                   en el acumulador.
```

Direccionamiento indiciado

```
LD r, (IX/IY) + d)  ó  LD (IX/IY + d), r
```

(o cualquier otra instrucción).

Esta clase de transacción *involucra* a un pie de la CPU, el registro indicial IX o IY.

La CPU *añade* al contenido del registro indicial la dirección especificada en la instrucción y así se obtiene la dirección efectiva del operando.

Es una de las instrucciones en la Z80 que tiene un código de operación de dos octetos. Otra *clase* de instrucciones bastante común con 16 bits en el código de operación, es la de las instrucciones que transfieren bloques de memoria, v.g.: (Cargar, incrementar y repetir).

La utilización típica de esta clase de direccionamiento es efectuar operaciones con tablas. Los registros indiciales pueden utilizarse como *punteros* al comienzo de la tabla. En la instrucción se da el valor del desplazamiento necesario para determinar la dirección del elemento de la tabla al que el programa desea referirse.

```
Eg.     LD IX, COMITABLA     ;  inicializa el puntero al comienzo de la tabla
        LD A, (IX + 3)       ;  corresponde al tercer octeto a partir del
                                comienzo de la tabla.
```

El *formato* de las instrucciones de esta clase es:

```
octeto 1      código de operación
octeto 2      código de operación
octeto 3      d                    ; el valor del desplazamiento
```

El número "d" es un número de 8 bits que ha de especificarse juntamente con la instrucción y que no puede ser una variable. Esto es, el *ámbito* del direccionamiento está limitado desde -128 a +127 a partir de la dirección que indica el registro indicial.

El **direccionamiento indiciado** es más lento porque la CPU debe efectuar una suma con el fin de obtener la dirección efectiva.

Sin embargo, el direccionamiento indiciado es mucho más *flexible*, dado que la misma instrucción puede manejar todos los elementos de una serie o tabla.

RESUMEN

Hay varias formas para que la CPU pueda recabar de la memoria información en octetos (8 bits), o transferirla desde los registros a la memoria.

- **Direccionamiento inmediato**

  Definiendo en el programa el número que ha de transferirse a cualquiera de los registros.

- **Direccionamiento de registros**

  De cualquier registro a cualquier otro registro.

- **Direccionamiento indirecto de registros**

  Bien usando BC ó DE para especificar la dirección, y el acumulador para guardar el número que va a transferirse.

  Bien usando HL para especificar la dirección y definiendo el número dentro de la instrucción.

- **Direccionamiento extendido**

  Especificando la dirección en el programa y empleando el acumulador para contener el número de 8 bits.

- **Direccionamiento indiciado**

  Utilizando IX ó IY para especificar el comienzo de una tabla, y cualquier registro para guardar el número de 8 bits.

  Debe especificarse en el programa, el desplazamiento a partir del comienzo de la tabla.

  El número a transferir puede también especificarse en el programa, si se desea.

Estos **modos de direccionamiento** *son los únicos modos de transferir información* **hasta** *y* **desde** *la memoria. No se permite ninguna otra combinación.*

Instrucciones para operaciones de carga con números a una mano.

Nemónimo	*Octetos*	*Tiempo*	*Efecto sobre los banderínes*					
			C	Z	PV	S	N	H
LD Registro, Registro	1	4	-	-	-	-	-	-
LD Registro, Número	2	7	-	-	-	-	-	-
LD A, (Dirección)	3	13	-	-	-	-	-	-
LD (Dirección), A	3	13	-	-	-	-	-	-
LD Registro, (HL)	1	7	-	-	-	-	-	-
LD A, (BC)	1	7	-	-	-	-	-	-
LD A, (DE)	1	7	-	-	-	-	-	-
LD (HL), Registro	1	7	-	-	-	-	-	-
LD (BC), A	1	7	-	-	-	-	-	-
LD (DE), A	1	7	-	-	-	-	-	-
LD Registro, (IX + d)	3	19	-	-	-	-	-	-
LD Registro, (IY + d)	3	19	-	-	-	-	-	-
LD (IX + d), Registro	3	19	-	-	-	-	-	-
LD (IY + d), Registro	3	19	-	-	-	-	-	-
LD (HL), Número	2	10	-	-	-	-	-	-
LD (IX + d), número	4	19	-	-	-	-	-	-
LD (IY + d), número	4	19	-	-	-	-	-	-

Notación para los banderínes:

#	indica que el banderín se ve alterado por la operación.
0	indica que el banderín se baja (se pone a 0).
1	indica que se alza el banderín (se pone a 1).
-	indica que el banderín no se ve afectado.

MARCANDO NUMEROS A UNA MANO

Dado que *todo* en la CPU del Spectrum está diseñado sobre manos de 8 bits y celdillas de memoria de 8 bits, es indudablemente de primordial importancia, aprender cómo *anotar* números con una mano.

Hemos comentado en un capítulo anterior, alguna de las formas en que podemos transferir información de mano a mano. Ahora trataremos cada uno de esos métodos con más detalle. Puedes *recordar* que uno se denominaba direccionamiento de registros. Como hemos dicho, es un nombre petulante para decir transferencias de información de un registro a otro.

Son ejemplos:

```
LD A, B
LD H, E
e t c...
```

Recuerda la *forma* de hablar: LD significa cargar; "," significa con; y se lee en el mismo orden que se pronuncia una frase.

Así en voz alta, para algo así como LD A, B *diríamos* "cargar A con B".

El otro ejemplo se *leería* como "cargar H con E".

Como hemos mencionado anteriormente, podemos *traspasar* de una mano a otra la información. Con sólo una excepción (el registro F, que no es como los otros registros), puedes *canjear* manos. Incluso la instrucción aparentemente estúpida "LD A, A" está permitida!

La forma breve de estas instrucciones es "LD r, r", en donde "r" representa cualquier registro de 8 bits excepto el F.

OK. Sabemos ahora que podemos canjear la información entre las manos, pero eso no nos hará falta si no tenemos alguna información *original* en esas manos.

La segunda forma en que podemos *marcar* números con nuestras manos, será especificando a la CPU lo que queremos marcar y en qué mano lo queremos.

Por ejemplo, *marcar* 215 en la mano "D". Estoy seguro de que ya sabes lo suficiente acerca de los nemónimos para que puedas escribir eso como:

```
LD D, D7
```

(ya que D7 es la representación hexadecimal de 215).

Quizá recuerdes que ésto se llamaba direccionamiento inmediato. (Bastante obvio, ¿no es así?)

De nuevo insistimos en que puede hacerse con cualquiera de los registros y con cualquier número. La limitación está en el *tamaño* del número que puede especificarse con 8 bits: de 0 a 255.

La forma taquigráfica de estas instrucciones es LD r, n siendo "r" cualquiera de los registros y "n" cualquier número.

El convenio de que una letra implica siempre 8 bits, todavía está en vigor.

Ahora comenzamos a *llegar* a algun sitio: ahora podemos especificar qué números queremos cargar y en qué registros; y además podemos *traspasarlos* de una mano a otra. Pero todavía no hemos aprendido cómo poner cualquiera de estos números en una celdilla de memoria, y *hay tantos muchos* registros!

Te hemos mostrado muy brevemente un ejemplo de "direccionamiento externo", cuando hicímos el ejercicio de la diferencia horaria:

```
LD A, (Caj#3)
```

El nemónimo general para estas instrucciones es:

```
LD A, (nn)
```

No olvides que en nuestra taquigrafía los paréntesis implican "el contenido de".

Observa dos cosas más:

1. *Sólo puedes hacerlo con el registro A.*
2. *Tienes que dar el número del cajetín como un número a dos manos. (16 bits).*

La instrucción contraria también existe. Es una cosa que observarás en el Z80. Hay *simetría* en el repertorio de instrucciones:

```
LD (nn), A
```

Tén en cuenta que estas instrucciones solamente se aplican al registro A. Hay desde luego, otras instrucciones para los otros registros, pero no son tan *explícitas* como ésta. Es de nuevo, el concepto de la mano *diestra*.

Descansemos durante un nanosegundo *y consideremos lo que estas dos instrucciones significan realmente, y lo que hacen.*

En primer lugar, la *gama* de números que puede definirse mediante un número a dos manos (nn) es de 0 - 65,535. Son los *famosos* 64K y significa que la máxima memoria que podemos manejar con esta instrucción es de sólo 64K! Esto significa que toda la memoria -ROM, programa, pantalla, memoria libre- tiene que *encajar* en las 64K. En un Spectrum con 16K hay realmente 16K ocupadas por la ROM y 16K de RAM que hacen un total de 32K. Al decir 16K, hacemos referencia únicamente a la parte de

RAM. En un Spectrum con 48K, las mismas 16K de ROM anteriores continúan presentes, y además hay 48K de RAM para hacer el total de 64K! No es posible, por tanto, que el Z80 acepte más memoria que la que está disponible en el Spectrum con 48K.

La instrucción "LD A, (nn)" que se leería "cargar A con el contenido de la celdilla nn", es una instrucción *pero que muy potente*. Nos permite *leer* el contenido de cualquier celdilla de memoria, ya sea en ROM o en RAM.

✶ Puedes usar esta instrucción para *explorar* bajo los dictados de tu corazón, incluso donde no hay memoria -eg.: intenta ver qué hay más allá de las 32K de memoria incluso si no tienes memoria adicional. Te sorprenderás: no todos son ceros!

La instrucción *contraria* "LD (nn), A" -que se lee como "cargar el contenido de la celdilla nn con A"- intentará escribir en la celdilla mencionada, pero estará sujeta a las limitaciones físicas:

> *No puedes escribir en una celdilla que no puede almacenar información, como sucede al dirigirte a una celdilla que esté más allá del tamaño de tu sistema.*

Una de las limitaciones de esta instrucción es que tendríamos que saber, en el momento de escribir el programa, cuál es la celdilla que deseamos *examinar* o en la que queremos *escribir*. La abreviatura 'nn' significa un número determinado. eg.: 17100 -y no una variable.

El principal uso de esta instrucción es para *apartar* determinadas celdillas de memoria para el almacenaje de variables.

Por ejemplo, en un programa de los de *alunizaje*, definiríamos:

```
32000 = velocidad
32001 = altura
32002 = combustible
```

Puedes plantearte un programa en el que sacas el valor del combustible, lo disminuyes según el recorrido, y almacenas la nueva cantidad de combustible en esa misma celdilla. En el *momento* de escribir tu programa has de saber la dirección de la celdilla de memoria que te sirve para actuar como almacén de esa información sobre combustible.

Seamos claros sobre esto. La celdilla 32002 no es una variable. Es solamente una celdilla de memoria que usamos para almacenar información. Cuando escribas tu programa en lenguaje ensamblador podrías escribir algo como LD A, (combustible) y cuando *tú*, o el *programa* ensamblador, tuviera que especificar el código máquina real para esta instrucción, tendría que sustituir (combustible) por la dirección en Hexadecimal de la celdilla de memoria que contuviera ese dato.

✪ Pero, *¿qué pasa si no sabemos la dirección exacta de la celdilla de memoria donde consultar una información?* Supongamos que solamente podemos calcular dónde esa información *va a estar*. Dado que necesitamos 16 bits

para especificar la dirección de cualquier celdilla de memoria, necesitamos almacenar esa dirección en un registro de 16 bits; lo que significa uno de los pares de registros BC, DE o HL, o uno de los registros indiciales IX o IY.

Una forma en que podemos hacer esto, es tener en uno de los pares de registros la dirección de la celdilla de memoria. Como el registro contiene la dirección y nosotros no sabemos *directamente* esa dirección, a esta forma de indicar celdillas la llamamos **direccionamiento indirecto de registros.**

Las abreviaturas *nemotécnicas* para esto, es:

```
LD r, (HL)
LD A, (BC)
LD A, (DE)
```

Que en voz alta, leeríamos

- *"cargar el registro 'r' con el contenido de la celdilla a la que apunta HL"*
- *"cargar A con el contenido de la celdilla a la que apunta BC"*
- *"cargar A con el contenido de la celdilla a la que apunta DE".*

Observa que, al utilizar HL como *puntero* en nuestras celdillas de memoria, podemos cargar el contenido en cualquier registro -incluso H ó L- por muy extrano que te pueda parecer; pero al usar BC ó DE, solamente podemos transferirlo al registro A.

Es consecuencia de que el par de registros HL es un par de registros *favorecido*, de la misma forma que el registro A era el *favorito* de los registros sencillos.

- De nuevo podemos comprobar que existen las **simétricas** a estas instrucciones, y que podemos almacenar información en celdillas de memoria de forma similar!

```
LD (HL), r
LD (BC), A
LD (DE), A
```

Y a ésto le seguimos denominando **direccionamiento indirecto de registros**, *porque no importa el sentido en que fluye la información.*

Alternativamente, podríamos usar los registros indiciales IX e IY, para que *apunten* a la celdilla de memoria.
La forma taquigráfica de estas instrucciones es:

```
LD r, (IX + d)
LD r, (IY + d)
```

Siendo 'r' cualquier registro, y 'd' el desplazamiento desde la dirección a la que apunta IX ó IY. (Que usemos la letra 'd' no debe *confundirte*, porque no significa el registro "D", sino el desplazamiento 'd').

El número 'd' es un número a una mano (8 bits), que hay que especificar en el momento de programar y que no puede ser una variable. Esto constituye la parte *débil* de esta particular instrucción, por lo que habitualmente se usa sólo para leer y escribir tablas con datos.

La instrucción simétrica también está prevista:

```
LD (IX + d), r
LD (IY + d), r
```

Si este modo particular de direccionamiento te suena bastante complicado, no te preocupes: no es probable que lo necesites en tus primeros programas..

La pastilla Z80 usada en los computadores Sinclair, es *versátil* por antonomasia, y tú puedes combinar algunas de las formas de cargar números que hemos descrito. Por ejemplo: puedes combinar el direccionamiento inmediato (ie. dando el número que quieres cargar) con el direccionamiento externo (dar la dirección en que va a cargarse, utilizando un par de registros).

✶ Se llamará -*oh, sorpresa*- direccionamiento externo inmediato.

Desafortunadamente, sólo puedes utilizar el par de registros HL y su *expresión* taquigráfica será:

```
LD (HL), n
```

Es útil porque puedes directamente *llenar* una celdilla de memoria sin tener que cargar ese valor previamente en un registro.

Con los registros indiciales es posible una combinación similar que se llama direccionamiento indicial inmediato.

Es de uso más limitado, y su forma abreviada es:

```
LD (IX + d), n
LD (IY + d), n
```

Usando estas instrucciones en un programa en lenguaje-máquina

Pongamos algunas de estas instrucciones "LD" en *práctica*.

Sabemos de capítulos anteriores, que al **volver** de un programa en lenguaje-máquina, el valor de la función "USR" es el contenido de BC. *Ejecutémos* el siguiente programa:

```
Carga primero y ejecuta el monitor de rutinas en lenguaje-máquina, y
fija la dirección de carga en 32000.
                                    1 0E  00
                                    2 C9
```

Ahora usa la comando DUMP que *vuelca* estos códigos en la memoria.

A partir de ahora, ya no te darémos instrucciones tan explícitas sobre cargar y ejecutar programas en lenguaje-máquina, ya que es un método *latoso* y no te aporta ninguna comprensión adicional al programa.

Supondrémos que ya te has *familiarizado* lo suficiente con el monitor de rutinas en lenguaje-máquina (que está en BASIC), y con las tablas del final de este libro para que seas capaz de meter un programa. Te presentaremos por tanto, todos nuestros programas como sigue:

```
0E  00  LD, C, 0
C9      RET
```

Esta notación, te da el código máquina en la parte **izquierda**, y los nemónimos del ensamblador del Z80 en la parte **derecha**. Indica además muy claramente cuáles son las instrucciones que requieren sólo un **octeto** (tal como RETurn) y cuáles instrucciones requieren dos **octetos**, etc. (recordarás que algunas instrucciones del Z80 pueden ocupar hasta 4 octetos).

Otra observación. Intentarémos hacer todos nuestros programas **independientes** del origen (la celdilla de memoria en que empieza el programa) de manera que no importe la dirección de carga que especifíques.

- Sin embargo, recuerda que estos programas pueden meterse con el monitor de rutinas en lenguaje-máquina del final de este libro, o con cualquier otro programa de carga que te puedas *diseñar tú mismo*.

Antes de *pasar* este programa en lenguaje-máquina (debes volcar el código en la memoria y luego usar la comando RUN). *¿Cuál crees que será el* **resultado**? El programa *coloca* a 0 el registro C de la pareja de registros BC, y tú sabes que BC comienza con la **dirección** en que has cargado el programa, que es 32000.

Elige la respuesta:

```
A.   0000
B.  32000
C.  31896
```

Ahora *pasa* al programa. ¿Fué la respuesta la que tú esperabas?

Si no estás seguro de por qué la respuesta fué la que fué, vuelve a leer el capítulo sobre "La forma de contar de los computadores".

Ahora intenta *rular* el siguiente programa:

```
06  00  LD B, 0
0E  00  LD C, 0
C9      RET
```

Te dará el **resultado** de 0, ya que BC es igual a 0 (tanto el registro B como el C han sido *puestos* a 0).

Ejercicio:

Puede que te *guste* intentar unos cuantos truquitos, tales como cargar A con un número, transferir a L, poner H a 0, y similares.

Ejercicio:

La **zona de atributos** comienza en la dirección 5800H. Podemos hacer que HL *apunte* a la zona de atributos con el siguiente programa:

```
26 58   LD H, 58H
2E 00   LD L, 0
```

Esto significa que puedes ahora cambiar los *colores* de la pantalla utilizando la instrucción LD (HL), n.

La estructura de la zona de atributos, está descrita en el *manual* del Spectrum. Pongamos el primer símbolo a papel **rojo**, tinta **blanco**, parpadeo **sí**. Eso es:

```
1 0 1 1 1 0 1 0 = BAH
```

De forma que la siguiente instrucción de nuestro programa ha de ser:

```
36  BA  LD  (HL), BAH
```

Ahora y como nunca debes olvidar *volver* del programa en lenguaje-máquina, nuestra última línea será:

```
C9 RET
```

Ejecuta este programa en lenguaje-máquina ¿Funcionó?

BANDERAS Y SUS USOS

Los banderínes son esas hermosas y ondulantes telas que flameamos en las ocasiones *patrióticas*... -no señor!

En lenguaje-máquina, la palabra *banderola* o banderín implica "indicador". Un banderín es algo que *alzas* si deseas indicar a alguien que *existe* una determinada condición.

El *símil* obvio es el naval, donde levantas un banderín para indicar desgracia, país, pirata, o lo que sea.

La razón de que los diseñadores del Z80 (y los diseñadores de la mayoría de las CPU) usen banderínes en su lenguaje-máquina, es dar al programador información acerca del número contenido en la mano *diestra* de la CPU (el registro A) o información sobre la *última* operación que se acaba de efectuar.

> *Recordarás que uno de los registros de la CPU está dedicado a ser el registro de banderínes -registro F-. Puede que hayas observado además, al comienzo del último capítulo, una tabla resumiendo las diferentes instrucciones comentadas en ese capítulo, y que parte de esa tabla indicaba el efecto que cada instrucción tenía sobre los banderínes.*

(*Afortunadamente* ninguna de las instrucciones comentadas en el último capítulo afectaba a ninguno de los banderínes).

El banderín cuyo funcionamiento es el más fácil de entender es el banderín de cero (Zero Flag).

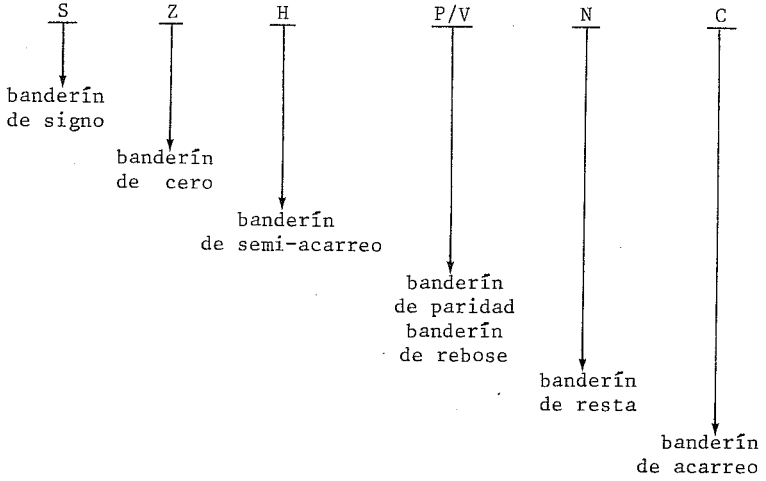
Este banderín estará alzado si el contenido del registro A es cero. ¿Es difícil?

Hay muchas decisiones importantes que dependerán de si A es cero o no. Observa que el banderín de cero está alzado (on) o bajado (off). Tú no puedes tener un resultado intermedio (eso de un poquito preñada no vale aquí). De manera que sólo necesitas un bit para definir el estado del banderín de cero.

> *Eso mismo es verdad para todos los banderínes. Están siempre alzados o bajados, y por ende requieren sólo un bit.*

Las diferentes clases de banderínes

El registro F es un registro de 8 bits, y puede por tanto, *acomodar* 8 diferentes banderínes. En la práctica sin embargo, los diseñadores sólo pudieron pensar en 6 banderínes.



Realmente, los diseñadores pensaron en 7 banderínes, pero decidieron que un bit podía servir para dos funciones: el banderín de paridad / rebose.

Echémos una mirada minuciosa a cada uno de estos banderínes:

Banderín de cero

Es el que ya hemos comentado anteriormente. Su aplicación es obvia, y el banderín se *fija* después de una operación aritmética, ya que sirve para indicar el contenido del registro A.

Sin embargo, ten en cuenta que es posible que el registro A contenga un 0 y que el banderín de cero no esté alzado. Puede suceder fácilmente si utilizamos la instrucción

```
LD A, 0
```

Ya hemos mencionado que ninguna de las instrucciones de carga a una mano (8 bits) tiene efecto sobre ningún banderín. El banderín de cero no estará alzado, a no ser que el acumulador ya contuviera cero.

El banderín de cero también se alza si como resultado de las instrucciones de rotar y desplazar obtenemos un 0.

También, el banderín de cero es el único resultado visible de algunas instrucciones de comprobación, tales como el grupo de instrucciones de comprobación de bits. En esos casos, el banderín de cero queda alzado si el bit que se comprobó estaba a cero.

Banderín de signo

El banderín de signo es muy similar al de cero y opera sobre aproximadamente el

mismo conjunto de instrucciones (con la diferencia mayor en el grupo de comprobación de bits donde el concepto de un bit *negativo* es algo que no tiene ningún significado).

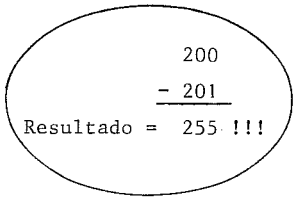
Banderín de acarreo

Es uno de los banderínes más importantes de los que se dispone en lenguaje ensamblador, ya que sin él, el resultado de la aritmética en lenguaje ensamblador sería totalmente inválido.

El *punto* que hay que recordar es que las instrucciones en lenguaje ensamblador siempre se refieren a números a una mano (8 bits) o a dos manos (16 bits). Esto significa que los números que estamos manejando pueden ser:

de 8 bits	→	0 - 255
de 16 bits	→	0 - 65535

Considerémos la situación en que efectuamos la siguiente resta



Es una consecuencia directa de tener únicamente una gama limitada de números disponibles; y la misma cosa puede obviamente suceder con números de 16 bits.

Ya hemos comentado que solamente puedes contar hasta 255 con una mano. ¿Qué pasa si un registro ya *indica* 255 y se le *suma* 1?

- Puedes considerar que el registro funciona de la misma forma que el *medidor de kilómetros* de tu coche. Una vez que ha alcanzado el máximo, da la vuelta y comienza a contar de nuevo a partir de 0.

Por otro lado, si el registro, o el medidor del coche, indica todos ceros, y lo *giras* en sentido contrario, obtienes el valor máximo posible, que será 255 en un registro de 8 bits. Esa es la *causa* de que 200 - 201 nos dé 255. Si fueramos vendedores de coches, nos gustaría obviamente una indicación de que el medidor ha dado la vuelta, ya sea hacia adelante -en cuyo caso el coche ha viajado bastante más de lo que parece- o hacia atrás -en cuyo caso el medidor ha sido *amañado*.

Esta clase de indicador existe en la programación en lenguaje-máquina y se denomina banderín de acarreo. Afortunadamente no necesitamos preocuparnos de que puedan amañarse los registros.

Hemos visto que el **banderín de acarreo** se alza en aquellas restas en que *nos llevamos una* al restar los bits '7' de los operandos. También se alza en aquellas operaciones de suma en que *nos llevamos una* (positiva) al efectuar la operación con esos bits.

Por tanto es conveniente considerar el **bit de acarreo** como el **noveno bit** (bit 8) del registro A:

Número	Bit de acarreo	Número en formato binario
132	-	1 0 0 0 0 1 0 0
+ 135	-	1 0 0 0 0 1 1 1
267	1	0 0 0 0 1 0 1 1

Pero como no tenemos 9 bits, el registro A contendría el número 0BH (Decimal 11) y el **acarreo** sería ON (ie. = 1).

Puedes comprobar en otros ejemplos de resta, que también se *alza* el bit de acarreo cuando *nos llevamos una*.

Usando banderínes para el equivalente en lenguaje-máquina del BASIC: "Si ...PUES..."

En BASIC tenemos la capacidad de considerar situaciones "SI ...PUES..." tales como:

```
If A = 0 then...
donde lo que sigue puede ser LET
                          ó GOTO
                          ó GOSUB
```

Exactamente la misma clase de *decisión* puede programarse en lenguaje-máquina (excepto LET....). En lugar de decir "IF A = 0", *miramos* el estado del banderín de cero: si está alzado, pues ya sabemos que A = 0.

Los tres banderínes que hemos considerado hasta ahora son, normalmente los únicos que nos permiten hacer una **elección** *para la siguiente instrucción que vaya a ejecutarse.*

Por ejemplo:

```
JP cc, fin
```

siendo 'JP' el nemónimo para un **salto** (JUMP) y 'fin' una **etiqueta**.

Esta instrucción se lee como *"salte cuando se cumpla la condición cc hasta fin"*.

La condición "cc" puede ser cualquiera de:

- Z (cero)
- NZ (no cero)
- P (positivo)
- M (menos)
- C (ha habido acarreo)
- NC (no ha habido acarreo)

Los otros tres banderínes no *suelen* ser de mucha utilidad en la programación normal.

Son:

Banderín de Paridad/Rebose

Este banderín actúa en algunas instrucciones como **banderín de paridad** y en otras como **banderín de rebose**! Pero no suele haber ninguna confusión ya que los dos tipos de operaciones no ocurren habitualmente juntos.

Como el de **paridad** tiene efecto durante operaciones *lógicas* y queda alzado si en el resultado hay un número par de bits en uno; tratarémos de él en mayor profundidad en el capítulo sobre operaciones lógicas.

Como el de **rebose*** es un aviso que indica que la operación *aritmética* que se acaba de realizar puede que no *quepa* en los 8 bits; mejor que decirte realmente que el resultado necesita un *noveno* bit, te dice que el *octavo* cambió como un resultado de la operación!

En el ejemplo anterior, al sumar 132 y 135, el octavo bit era 1 *antes* de la suma y 0 *después*; por lo que el banderín de rebose quedará *alzado*. Pero el **rebose** también se pone a 1 al sumar:

64	0 1 0 0 0 0 0 0
+ 65	0 1 0 0 0 0 0 1
129	1 0 0 0 0 0 0 1

Banderín de resta

Este banderín queda alzado si la última operación fue una **resta**! Como restar es sumar el negativo, también se llama a veces de **negación**.

Banderín de semi-acarreo

Este banderín se alza de una manera similar al banderín de acarreo, pero sólo en el caso de que nos *llevemos* una al pasar al **quinto** bit (mientras que el de acarreo es el noveno bit).

Tanto el banderín de **resta** como el de **semi-acarreo** se utilizan sólo en la aritmética "decimal codificada en binario", y los *comentarémos* en el capítulo de aritmética BCD.

*En inglés "overflow". En español lo que tú digas cuando un líquido no cabe en su recipiente, ie.: rebase, rebose, desbordamiento, etc.

RESUMEN

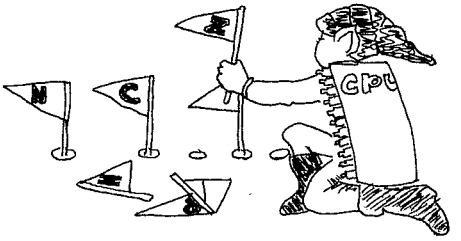
Los banderínes se usan en la CPU para indicar que existen determinadas condiciones después de efectuar las instrucciones.

Hay seis de tales banderínes, de cada uno de los cuales se dice que está *alzado* (on) o *bajado* (off). Están representados por 6 bits de los 8 que hay en el registro F. Los otros 2 bits no se utilizan.

Las condiciones indicadas por los diferentes banderínes son:

- Acarreo
- Cero
- Paridad/Rebose
- Signo
- Negación
- Semi-acarreo

No todas las instrucciones afectan a cada banderín. Algunas afectan a todos, mientras otras sólo a banderínes específicos y algunas no tienen ningún efecto sobre los banderínes.



CONTANDO Y DESCONTANDO A UNA Y DOS MANOS

En el último capítulo, examinamos el concepto de banderínes, y en el capítulo anterior, determinamos como la CPU es capaz de *cargar* cualquier número que se desee, sobre los dedos de sus manos y de sus pies.

Examinémos ahora, la forma más simple de manipular números con los propios dedos: podemos aumentar *el número representado o podemos* disminuirlo.

Es una aritmética bastante *rudimentaria*, pero va más allá que cargar números específicos en los dedos. La acción de contar es *esencial:* cualquiera que sea el número que hayas marcado en los dedos, lo aumenta en 1.

Esto se puede utilizar en situaciones tan ordinarias como al tomar el *censo* o al controlar el tráfico en un cruce determinado.

Contando:

En el Z80 es posible *aumentar* lo que marcan los dedos de cada mano de la CPU; esto es lo que queremos decir mediante el nemónimo general

```
INC r
```

INC se lee como incrementar y es una instrucción, por tanto, bastante autoexplicativa.

También es posible incrementar el número marcado en los dedos de los pies (incluyendo los pares de registros que como sabemos no son realmente pies).

Para incrementar la *cuenta* de los dedos de los pies, se escribe:

```
INC rr
INC IX
INC IY
```

en que "rr" denota cualquier par de registros tales como 'BC', 'DE' ó 'HL'.

De nuevo, debes observar la sencilla forma en que hemos indicado las operaciones que utilizan los números de 8 bits y las que emplean los de 16 bits: los números de 8 bits se indican mediante una única letra, mientras que los de 16 bits se indican con dos letras.

Pero la instrucción de *contar* es, de hecho, más potente de lo que pudiera parecer. Se puede *incrementar* el contenido de cualquier celdilla de memoria si especificamos su dirección con los registros indiciales o el par

de registros preferido HL:

```
INC (IX + d)
INC (IY + d)
INC (HL)
```

siendo 'd' el desplazamiento y no el registro D.

Nota importante:

- Recuerda cuidadosamente nuestro *convenio* sobre la lectura de paréntesis.

paréntesis → significa → "contenido de"

Es muy importante porque hay un montón de *similitud* entre las instrucciones

```
INC HL
INC (HL)
```

pero otro montón de *diferencia* en su ejecución.

La *primera* se lee como incrementar HL; mientras que la *segunda* se lee incrementar el contenido de la celdilla cuya dirección es HL (se abrevia normalmente, diciendo incrementar *la que indica* HL).

En tanto y en cuanto, recuerdes las reglas de las abreviaturas nemotécnicas, te evitarás esta clase de confusiones. Examinémos como cada una opera y supongamos que HL = 5800H.

- INC HL : Observa HL. *Incrementa en 1 lo marcado por sus dedos.*
  Resultado: HL = 5801H
- INC (HL): Mira en HL. *Determina la celdilla de memoria a la que apunta HL. Aumenta lo que hay en esa celdilla por uno.*
  Resultado: HL = 5800H
  (5800H) = (5800H) + 1

Son operaciones significativamente diferentes. *(Puede que te guste jugar con ambas versiones -5800H es el comienzo de la región de atributos).* Observa, además, que mientras INC HL es una instrucción que actúa sobre un número de 16 bits;
INC (HL) es una instrucción que actúa sobre un número de 8 bits;
ie. el número guardado en la celdilla 5800H.

Descontando

La naturaleza simétrica del repertorio de instrucciones del Z80 nos permitiría garantizar que todo lo que tú aumentas, también lo puedes disminuir, y *desde luego* este es el caso.

```
DEC r
DEC rr
DEC IX
DEC IY
DEC (HL)
DEC (IX + d)
DEC (IY + d)
```

El nemónimo DEC es abreviatura de decrementar, y también debe aplicarse el mismo convenio para el uso de paréntesis.

Efecto sobre los banderínes

Dado que las instrucciones de incrementar o decrementar que operan sobre números de 8 bits, afectan a todos los banderínes excepto al de acarreo, puede ser bueno revisar el funcionamiento de los banderínes.

NOTA IMPORTANTE:

Las instrucciones de incrementar y decrementar que operan sobre números de 16 bits, NO tienen efecto sobre ninguno *de los banderines. Unicamente cuando se incrementa o decrementa un número de 8 bits, es cuando se ven afectados los banderínes.*

Signo → Este banderín se alzará (= 1) si el bit número 7 del resultado es 1. (negativo).

Esto significa que sólo si el *pulgar* está alzado -usando nuestra analogía anterior- se alzará este banderín. Y sucederá cualesquiera sea el convenio que estemos utilizando para el número.

Cero → Este banderín se alzará (= 1) si el resultado de la operación es cero.

Rebose → Este banderín se alzará (= 1) si el bit número 7 del operando cambia al efectuar la operación.

Semi acarreo → Este banderín se alzará (= 1) si hay un acarreo positivo o hasta negativo desde el bit número 4 del número.

Negación → Este banderín se alza cuando la última instrucción fue una resta. Por tanto, está bajado (= 0) para "INC" y alzado (= 1) para "DEC".

Ejercicios que se sugieren

Usa el grupo de instrucciones, "LD", "INC" y "DEC", para obtener los números que desees como resultado de la operación "USR". Esto te dará *familiaridad* con estas instrucciones.

RESUMEN

Podemos incrementar o decrementar el contenido de cualquiera de los registros de 8 bits, o de cualquiera de los pares de registros de 16 bits, o de cada registro indicial de 16 bits.

Además podemos incrementar o decrementar el contenido de las celdillas de memoria cuya dirección esté especificada por la pareja de registros HL, o por uno de los registros indiciales.

El incremento o decremento de números de 16 bits no afecta a *ninguno* de los banderínes.

Al incrementar o decrementar números de 8 bits, ya sea en los registros o en la memoria, *todos* los banderínes, excepto el de acarreo se ven afectados.

Instrucciones para operaciones aritméticas a una mano

Nemónimo	*Octetos*	*Tiempo*	*Efecto sobre los banderínes*					
			C	Z	PV	S	N	H
ADD A, registro	1	4	#	#	#	#	0	#
ADD A, número	2	7	#	#	#	#	0	#
ADD A, (HL)	1	7	#	#	#	#	0	#
ADD A, (IX + d)	3	19	#	#	#	#	0	#
ADD A, (IY + d)	3	19	#	#	#	#	0	#
ADC A, registro	1	4	#	#	#	#	0	#
ADC A, número	2	7	#	#	#	#	0	#
ADC A, (HL)	1	7	#	#	#	#	0	#
ADC A, (IX + d)	3	19	#	#	#	#	0	#
ADC A, (IY + d)	3	19	#	#	#	#	0	#
SUB registro	1	4	#	#	#	#	1	#
SUB número	2	7	#	#	#	#	1	#
SUB (HL)	1	7	#	#	#	#	1	#
SUB (IX + d)	3	19	#	#	#	#	1	#
SUB (IY + d)	3	19	#	#	#	#	1	#
SBC A, registro	1	4	#	#	#	#	1	#
SBC A, número	2	7	#	#	#	#	1	#
SBC A, (HL)	1	7	#	#	#	#	1	#
SBC A, (IX + d)	3	19	#	#	#	#	1	#
SBC A, (IY + d)	3	19	#	#	#	#	1	#
CP registro	1	4	#	#	#	#	1	#
CP número	2	7	#	#	#	#	1	#
CP (HL)	1	7	#	#	#	#	1	#
CP (IX + d)	3	19	#	#	#	#	1	#
CP (IY + d)	3	19	#	#	#	#	1	#

Notación sobre los banderínes:

indica que el banderín se ve afectado por la operación
0 indica que el banderín se pone a cero
1 indica que el banderín se alza
- indica que el banderín no se ve afectado.

ARITMETICA A UNA MANO

Aritmética a una mano, es nuestro *recordatorio* de que todas estas operaciones involucran sólo a 8 bits, y todas ellas deben llevarse a cabo mediante nuestra *diestra*: registro A.

Parece que sólo nuestra mano *dominante* sabe cómo sumar o restar!

Este hecho está tan *imbuido* en los nemónimos del Z80, que incluso se omite en algunos de ellos la abreviatura "A". Por ejemplo, para substraer B de A normalmente esperaríamos ver

```
                        SUB A, B
pero de hecho, el nemónimo es
                          SUB B
```

A pesar de esta limitación sobre las instrucciones aritméticas (estan restringidas al registro A), el lenguaje del Z80 es muy *versátil* dado que realmente podemos añadir a cualquier número lo que tenemos en nuestra mano dominante:

```
☆ ADD A, r          Añade al A cualquier registro simple.
☆ ADD A, n          Añade al A cualquier número de 8 bits.
☆ ADD A, (HL)       Añade al registro A el número de 8 bits en el cajetín
                      cuya dirección está dada por HL.
☆ ADD A, (IX + d)   Añade al registro A el número de 8 bits en el cajetín
                      cuya dirección está dada por IX + d
☆ ADD A, (IY + d)   Añade al registro A el número de 8 bits en el cajetín
                      cuya dirección está dada por IY + d
```

Podemos apreciar la gama extremadamente versátil de números posibles que podemos añadir a *cualquier* número que esté guardado en A; cualquier número, cualquier registro y virtualmente, cualquier forma de definir una celdilla de memoria.

- La que *falta* sería ADD A,(nn) en donde definimos la dirección en el transcurso del programa. Por lo que la única forma de hacer esa operación sería:

```
LD HL, nn
ADD A, (HL)
```

Observa otra vez el papel *favorito* del registro HL. No podemos especificar la celdilla de memoria usando los pares de registros BC ni DE.

La otra *limitación* implícita, es la limitación inherente de los números de 8 bits que como ya hemos visto sólo pueden tener valores de 0 a 255.

Por ejemplo:

```
LD A, 80H
ADD A, 81H
```

Sólo nos dará un uno en el registro A, pero el banderín de acarreo estará alzado para indicar que el resultado no *encaja*.

✶ Si la aritmética decimal te *confunde*, es un buen ejercicio convertir los números a decimales y comprobar la suma.

La suma y resta hexadecimales son
las mismas que en la aritmética ordinaria:

```
                                    1 + 1 = 2
                                    1 + 2 = 3
                                              etc.,

y cuando llegas a  1 + 9 tienes
                                    1 + 9 = A
                                    1 + A = B
                                                etc.,

y cuando alcanzas 1 + F entonces
                                    1 + F = 1  y nos llevamos 1
```

Así es que el acarreo en la siguiente columna tiene lugar cuando llegas a un número mayor que F, (en lugar de suceder al llegar al nuevo como en la aritmética decimal).

El resultado de nuestras instrucciones en lenguaje-máquina anteriores sería:

```
  80
+ 81          ya que 8 + 8 = 16 ──► 10H
 101
```

¿Qué puede hacerse con este error de acarreo?

Los diseñadores del Z80 nos han *provisto* otra instrucción similar a la de suma (ADD), pero que tiene en cuenta los posibles acarreos. Es una instrucción muy útil: ADC, que leemos como "sumar con acarreo".

Es exactamente la misma que la instrucción de sumar sin acarreo, con la misma gama de números, registros, etc., que puede añadirse al registro A, excepto que también se *añade* el acarreo si está alzado.

Así podemos operar con números mayores de 255, mediante un encadenamiento de operaciones:

eg.: para sumar 1000 (ie. 03E8H) a 2000 (ie. 07D0H) y guardar el resultado en BC:

```
✡LD A, E8H    ;  cargar la parte inferior del primer número.
✡ADD A, D0H   ;  añadirle la parte inferior del segundo número.
✡LD C, A      ;  guardar el resultado en C.
✡LD A, 03H    ;  cargar la parte superior del primer número.
✡ADC A, 07H   ;  añadirle la parte superior del segundo número.
✡LD B, A      ;  guardar el resultado en B.
```

Después de la primera suma (E8 + D0) tendremos el banderín de acarreo alzado (porque el resultado fue mayor que FF) y el registro A contiene B8 (*compruébalo* por tí mismo).

La segunda suma (3 + 7) no producirá 0AH (= 10 decimal) como pudiera parecer a primera vista sino 0BH (= 11 decimal) precisamente a causa del acarreo.

El resultado final es por tanto, 0BB8H = 3000! Con este *encadenamiento*, podemos manejar un número de cualquier tamaño, y el resultado almacenarlo en la memoria mejor que mantenerlo en una pareja de registros.

RESTA DE 8 BITS

Pasa exactamente lo mismo que con la suma de 8 bits. Existen dos grupos de comandos, una para la resta ordinaria, y otro para la resta, teniendo en cuenta el acarreo:

SUB s	*restar (del acumulador) s*
SBC s	*restar (del acumulador) s con acarreo.*

La notación "s" quiere indicar la misma gama de operandos posibles que en el caso de la instrucción ADD.

COMPARANDO DOS NUMEROS DE 8 BITS

Salgámonos un momento del lenguaje-máquina y consideremos exactamente lo que queremos decir cuando hablamos de comparar dos números:

Sabemos lo que sucede cuando los dos números que se están comparando son el mismo -son "igual"-. Una manera de indicar ésto en un formato aritmético sería decir que la diferencia entre los dos números era cero.

Y si el *comparando* es mayor que el *comparador* (la comparación siempre implica relacionar dos números: comparamos el número a lo que ya tenemos en nuestros dedos). Entonces al restar el comparando del comparador, saldría negativo.

Similarmente, si el nuevo número es más pequeño, entonces la diferencia sería positiva.

Podemos usar estos conceptos para *ingeniarnos* un sistema de comparaciones en lenguaje-máquina. Todo lo que necesitamos son los banderínes y la operación de resta. Supongamos que quieres comparar una serie de números con el 5;

```
decimos   LD A, 5     ;   el número con el que comparamos.
          SUB N       ;   el número que se está comparando.
```

Entonces, tendremos los siguientes resultados:

```
Si N = 5   El banderín de cero alzado, el banderín de acarreo bajado.
Si N < 5   El banderín de cero bajado, el banderín de acarreo bajado.
Si N > 5   El banderín de cero bajado, el banderín de acarreo alzado.
```

Así pués, es claro que la *igualdad* debe verse por el banderín de cero, y la de "mayor que" por el de acarreo. (La comprobación de "menor que" es ambos banderínes bajados).

El único *inconveniente* de este método, es que habríamos alterado con la operación el contenido del registro A. Afortunadamente, tenemos las operaciones "CP s", que se leen como "comparar *(a A)* con s".

Observa que solamente podemos comparar a lo que ya tenemos en el registro A. Los números que se pueden comparar al del registro A son los mismos que para la suma o la resta.

"Comparar" es exactamente lo mismo que "restar" excepto en que no se ve cambiado el contenido del registro A. *Todo* el efecto es, pués, sobre los *banderínes*.

RESUMEN

La aritmética de 8 bits en el Z80 está *limitada* a:

- *suma o adición*
- *resta o sustración*
- *comparación*

y sólo puede efectuarse con el registro A.

Sin embargo, y con esta *limitación*, existe una amplia gama de modos de direccionamiento.

A causa de la naturaleza *intrínseca* de los números de 8 bits, debemos siempre ser muy cuidadosos sobre el acarreo. El banderín de acarreo (así como los otros banderínes) se ve afectado por las operaciones aritméticas; y podemos usarlo como un *aviso* de haber excedido los 8 bits.

Hay instrucciones adicionales (sumar con acarreo y restar con acarreo) que nos permiten *concatenar* operaciones aritméticas para los casos donde se sobrepasen los 8 bits.

Instrucciones para los operadores lógicos

Nemónimo	*Octetos*	*Tiempo*	*Efecto sobre los banderínes*					
			C	Z	PV	S	N	H
AND Registro	1	4	0	#	#	#	0	1
AND Número	2	7	0	#	#	#	0	1
AND (HL)	1	7	0	#	#	#	0	1
AND (IX + d)	3	19	0	#	#	#	0	1
AND (IY + d)	3	19	0	#	#	#	0	1
OR Registro	1	4	0	#	#	#	0	0
OR Número	2	7	0	#	#	#	0	0
OR (HL)	1	7	0	#	#	#	0	0
OR (IX + d)	3	19	0	#	#	#	0	0
OR (IY + d)	3	19	0	#	#	#	0	0
XOR Registro	1	4	0	#	#	#	0	0
XOR Número	2	7	0	#	#	#	0	0
XOR (HL)	1	7	0	#	#	#	0	0
XOR (IX + d)	3	19	0	#	#	#	0	0
XOR (IY + d)	3	19	0	#	#	#	0	0

Notación sobre los banderínes:

\# indica que el banderín queda alterado por la operación
0 indica que el banderín se pone a cero (bajado)
1 indica que el banderín se pone a uno (alzado)
\- indica que el banderín no se ve afectado.

OPERADORES LOGICOS

Hay tres operaciones que son tan *valiosas* cuando programamos en lenguaje-máquina (o en ensamblador) como lo son la suma, resta, multiplicación o división en la aritmética ordinaria.

Se denominan generalmente operadores BOOLEANOS (de acuerdo con el nombre del hombre que formuló las reglas de estas operaciones).

Las operaciones son:

Y	(AND)
O	(OR)
O exclusivo	(XOR)

- Ya estamos familiarizados con operaciones que se aplican a un número de 8 bits, considerado como un todo (o sea, *la mano*) pero la razón de que estas operaciones sean tan valiosas es que operan sobre los bits individuales del número (o sea, *los dedos*).

Echémos un ojo a una de esas operaciones, la "Y":

Bit A	*Bit B*	*Resultado de Bit A "Y" Bit B*
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Es obvio que el resultado de una operación "Y" es darnos un '1' *sólo si* A y B contienen ambos un '1'.

En lenguaje-máquina, si tu YLIAS dos números, el resultado es lo que obtendrías al YLIAR cada uno de los bits individuales que componen los dos números.

Te puedes estar preguntando a tí mismo *¿a qué viene esta operación tan rara?* La YLIACION es extremadamente útil ya que te permite discriminar un octeto de manera que se vea constreñido a mantener sólo ciertos bits con su valor primitivo.

Si, por ejemplo, deseamos limitar una determinada variable a valores entre 0 y 7; podemos claramente indicar que sólo deseamos que los bits 0, 1 y 2 contengan información (si el tercer bit contuviera información, el número sería como mínimo 8).

eg. `0 0 0 0  0 1 0 1  = 5` Estos bits deben ser "0".

Tomamos un número cuyo valor no sabemos y lo YLIAMOS con 7, el resultado será un

"Y" Lógico Inclusivo

número dentro de la gama 0 - 7!!

eg.

```
0 1 1 0  1 0 0 1      = 105
0 0 0 0  0 1 1 1      =   7        105 ∧ 7 = 1
---------------------
0 0 0 0  0 0 0 1      =   1 (en el rango 0 - 7)
```

De nuevo observa que la pastilla Z80, sólo permite la *Yliación* con el contenido del registro A. Podemos *Yliar* el acumulador con un número de 8 bits, con cualquiera de los otros registros de 8 bits, con (HL), con (IX + d) o con (IY + d).

eg.

```
AND 7
AND E
AND (HL)
```

Como solamente podemos actuar sobre el registro A, no necesitamos mencionarlo en las instrucciones.

La misma gama de posibilidades y de restricciones se produce para las otras operaciones Booleanas: *Oliación* y *oleación*.

La Oliación (operación OR) es muy similar en concepto a la Yliación (operación AND).

Bit A	*Bit B*	*Bit A* OR *Bit B*
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OLIación
→ "O"
→ Lógico
→ Inclusivo

Es obvio, que el resultado de una OLIACION es darnos un uno *sólo si* el registro A, o el registro B, o ambos contienen un "1".

También te podrás preguntar sobre el objetivo de una operación así.

La *oliación* también es extremadamente útil ya que nos permite *alzar* cualquiera de los bits de un número: Si queremos garantizar que un número sea impar, es obvio que tenemos que alzar el bit 0. (Ese mismo resultado puede obtenerse utilizando la instrucción "poner bit" que comentarémos posteriormente).

```
LD A, número
OR 1
```

; *hace que el número sea impar.*

Las dos líneas anteriores podrían ser un listado típico en ensamblador.

- El concepto de *oleación* (llamado "o exclusivo" y "XOR") es también fácil de entender, pero su utilización habitual en programación está más limitada.

El resultado de OLEACION es darnos un '1' *sólo si* A ó B contienen un '1', pero

no si ambos contienen un '1'.

Bit A	*Bit B*	*Bit A* XOR *Bit B*
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

OLEación
"O"
Lógico
Exclusivo

La siguiente *cuestión* que debemos considerar es el efecto que estas operaciones tienen sobre los banderínes:

Banderín de cero → Este banderín se alzará (=1) si el resultado es cero.
Banderín de signo → Este banderín se alzará (=1) si el bit 7 del resultado queda a uno.
Banderín de acarreo → Este banderín estará bajado (=0) después de AND, OR y XOR; es decir el banderín de acarreo queda siempre bajado.
Banderín de paridad → Este banderín estará alzado (=1) si hay un número par de bits en el resultado:

0 1 1 0 1 1 1 0 entonces OFF.....BAJADO
0 1 1 0 1 0 1 0 entonces ON .....ALZADO

Banderín de semi-acarreo → Ambos banderínes quedan siempre bajados (=0) después de AND, OR ó XOR.
Banderín de resta → (Estos banderínes son útiles si se está utilizando aritmética "BCD"). (Sistema decimal *pero* codificado en binario).

Uso de operaciones Booleanas sobre los banderínes

Hay un uso especial de las operaciones Booleanas que resulta muy *práctico* -el caso del registro A operando sobre sí mismo.

AND A	A *no cambia, el banderín de acarreo se baja.*
OR A	A *no cambia, el banderín de acarreo se baja.*
XOR A	A *se pone a 0, el banderín de acarreo se baja.*

- Estas instrucciones son muy populares, porque sólo requieren un octeto para hacer lo que de otra manera exigiría dos, tal como LD A, 0.

El banderín de acarreo necesita a menudo ser bajado -eg. como *cuestión de rutina* antes de usar cualquiera de las operaciones aritméticas tales como:

ADC	*sumar con acarreo*
SBC	*restar con acarreo.*

y puede fácilmente hacerse mediante la instrucción AND A, sin alterar el contenido de ninguno de los registros.

RESUMEN

Hay tres operaciones lógicas que son útiles en lenguaje-máquina:

- AND (Yliación)
- OR (Oliación)
- XOR (Oleación)

Solamente operan con números de 8 bits, y uno de esos números debe estar guardado en el registro A. El resultado de la operación siempre se encuentra en el registro A.

Observa que el significado de las operaciones en lenguaje-máquina es diferente al significado que tienen como "*conectores*" en una instrucción BASIC.

Las operaciones lógicas, consideran separadamente a los bits de los dos números, y por tanto, son útiles para manipular individualmente los bits.

APAÑANDOSELAS CON NUMEROS A DOS MANOS

Hasta ahora, hemos tratado sólo con números a una mano (8 bits), pero hemos comentado de hecho que la CPU también puede manejar números a dos manos (16 bits) en algunos casos.

Uno de los casos que ya hemos mencionado son los registros **indiciales**. Estos *pies* tienen 16 *dedos* (16 bits) y sólo operan con números de 16 bits. Además, sabemos que utilizando conjuntamente dos manos, podemos algunas veces *retener* un número de 16 bits. A estas manos que pueden ir conjuntamente, las llamamos parejas de registros. Son BC, DE y HL.

La CPU maneja los números de 16 bits de una forma muy *pareja* a la que tú o yo usaríamos con objetos pesados: necesitamos las *dos manos* y no somos muy propensos a manipular tales objetos, y la forma en que lo hacemos es lenta y limitada.

Examinémos los diferentes modos de **direccionamiento** de los que disponemos para los números de 16 bits.

Direccionamiento extendido inmediato:

LD rr, nn (o cualquier otra instrucción)

Es el equivalente del direccionamiento inmediato de un octeto. Simplemente ahora sirve para **transferir** datos en grupos de 16 bits.

Como regla general, las instrucciones que operan con números de 16 bits son más lentas y más largas que las correspondientes a 8 bits. Por ejemplo, mientras las instrucciones con direccionamiento inmediato de 8 bits tienen una longitud de 2 octetos (uno para la instrucción y otro para el número), la versión ampliada -esto es, para 16 bits- requiere 3 octetos.

El formato para el **direccionamiento extendido inmediato** es el siguiente:

Octeto 1	Instrucción	
Octeto 2	n1	Octeto de orden inferior del número
Octeto 3	n2	Octeto de orden superior del número

✶ Usamos esta forma de direccionamiento para establecer el contenido de una pareja de registros, por ejemplo, el puntero a una celdilla de memoria.

Direccionamiento de registros:

Puedes *recordar* que el direccionamiento de registros es el nombre que damos a una instrucción, donde el valor sobre el que operamos está contenido en uno de los registros.

Eso es cierto para las instrucciones con 16 bits, excepto que en el repertorio, sólo hay unas pocas instrucciones de esta clase. Están relacionadas primordialmente con las operaciones aritméticas y extremadamente limitadas en las combinaciones de registros que permite.

eg. `ADD HL, BC`

Mencionaremos de nuevo, la **preferencia** que la CPU tiene para su **pareja** de registros HL. Es donde tiene los *músculos*; y algunas instrucciones sólo pueden ser efectuadas con esta pareja de registros. Sigue siendo cierto con las instrucciones aritméticas y lo comentarémos con detalle en un capítulo posterior.

Direccionamiento indirecto de registros

Es el nombre que damos a aquellas instrucciones en que el valor que manejamos está en la memoria, y la **dirección** de esa celdilla de memoria está **contenida** en un par de registros.

En el Z80, esta clase de direccionamiento, es como siempre utilizada con los registros *emparejados* HL.

eg. `JP (HL)`

Direccionamiento extendido

Es *similar* en concepto al direccionamiento extendido indirecto de registros, exceptuando que el valor que deseamos no está contenido en una pareja de registros, sino en una pareja de celdillas de memoria.

eg. `LD HL, (nn)`

Estando "nn" especificado en el momento de *redactar* el programa.

Ejercicio:

Usando el *montador* de código en lenguaje-máquina, mete los siguientes programas:

1. Direccionamiento extendido inmediato

```
010F00      LD BC, 15     ; cargar BC con el valor 15
C9          RET           ; volver a BASIC
```

Cuando *se pase* este programa, verás que el valor de USR al *volver* del programa en lenguaje-máquina es 15, justamente como lo definimos. Tén en cuenta lo limitado de esta forma de direccionamiento: debes especificar el valor del número en el programa.

2. Direccionamiento de registros

Añadiremos ahora una línea al programa anterior:

```
210040      LD HL, 4000H ; cargar HL con 16384
010F00      LD BC, 15    ; cargar BC con 15
09          ADD HL, BC   ; sumar los dos números
C9          RET          ; retornar
```

Si *rulas* este programa, obtendrás la misma respuesta que anteriormente, a saber, 15! ¿por qué? ¿No le hemos sumado 16384?

La respuesta es, que lo hemos hecho, pero *todo* ha sido en el registro HL, por lo que no podemos ver nada de eso. Para ver lo que sucede tenemos que añadir unas cuantas líneas más, como las siguientes:

3. Direccionamiento extendido

```
210040      LD HL, 4000H
010F00      LD BC, 15
09          ADD HL, BC
22647D      LD (7D64H), HL  ; poner lo de HL en las celdillas
                              32100 y 32101
ED4B647D    LD BC, (7D64H)  ; colocar en BC el contenido de
                              32100 y 32101
C9          RET
```

Este método de traspasar información de HL a BC, no se utilizará realmente al programar, ya que las instrucciones PUSH y POP son más eficaces; pero ilustra lo que necesita hacerse a veces para superar los limitados modos de direccionamiento que la CPU Z80 tiene.

des examinar las celdillas de memoria 32100 y 32101, usando la
ando "mem" para comprobar este programa.

MANIPULANDO NUMEROS A DOS MANOS

En capítulos anteriores hemos visto cuan *ágil* puede ser la CPU, manipulando números a una mano, y hemos comentado la forma en que puede tratar números a dos manos.

La *habilidad* matemática de la CPU es tál, que puede realizar cálculos muy complejos con números grandes y con una sola mano. ¿Por qué molestarnos entonces con números a dos manos?

Habrá ocasiones en que encontrarás imposible especificar todo lo que deseas con sólo números de 8 bits. Si tuviéramos que constreñirnos a la gama de 0 a 255, nuestro computador sería, desde luego, una máquina muy limitada. El ejemplo más *palmario* de necesitar números de 16 bits, es al especificar la dirección de una celdilla de memoria. Hemos implícitamente admitido, que eso podría ser posible cuando comentábamos instrucciones como LD A, HL.

La forma lenta de hacer estas cosas, sería cargar cada registro de una pareja de registros, como hicímos en los ejercicios anteriores.

Afortunadamente para nosotros, hay algunas (pero sólo unas *pocas*) instrucciones en la pastilla Z80 que nos permiten manejar números de 16 bits. En este capítulo trataremos con las transferencias de números de 16 bits, mientras que el siguiente capítulo versará sobre la aritmética con 16 bits.

Especificando direcciones con números a 16 bits

Observa, por favor, que todas las direcciones deben especificarse mediante un número de 16 bits. No puedes especificar una dirección con sólo 8 bits, *incluso* aunque sean direcciones entre 0 y 255. En la forma en que la CPU funciona, eso no es una dirección a no ser que emplees dos octetos de 8 bits cada uno.

Ya lo hemos, implícitamente, admitido cuando usamos la instrucción

```
LD A, (nn)
```

Recuerda, además, que los números de 16 bits se guardan en parejas de registros, con el octeto mayor al principio (comprueba de nuevo el capítulo "Una ojeada sobre la CPU").

Al decir "HL" corresponde a H = alto (HIGH); L = bajo (LOW)

Guardando números de 16 bits en la memoria

Hay una *faceta* en el diseño del Z80, que es muy difícil de explicar y justificar: cuando se cargan números de 16 bits en la memoria, se utiliza el *convenio inverso* al empleado en las parejas de registros.

Instrucciones para operaciones de carga a dos manos

Nemónimo	*Octetos*	*Tiempo*	*Efecto sobre los banderínes*					
			C	Z	PV	S	N	H
LD Par de reg. Número	3/4	10	-	-	-	-	-	-
LD IX, Número	4	14	-	-	-	-	-	-
LD IY, Número	4	14	-	-	-	-	-	-
LD (Dirección), BC o DE	4	20	-	-	-	-	-	-
LD (Dirección), HL	3	16	-	-	-	-	-	-
LD (Dirección), IX	4	20	-	-	-	-	-	-
LD (Dirección), IY	4	20	-	-	-	-	-	-
LD BC o DE, (Dirección)	4	20	-	-	-	-	-	-
LD HL, (Dirección)	3	16	-	-	-	-	-	-
LD IX, (Dirección)	4	20	-	-	-	-	-	-
LD IY, (Dirección)	4	20	-	-	-	-	-	-

Notación sobre los banderínes:

\# indica que el banderín se ve afectado por la operación

0 indica que el banderín se pone a cero

1 indica que el banderín se pone a uno

\- indica que el banderín no se ve afectado

● El octeto **inferior** siempre se almacena el **primero** en la memoria!

Consideremos la situación cuando colocamos el contenido de HL en la memoria:

ANTES:		*CELDILLA*	*CONTENIDO*
		32000	00
H	L	32001	00
01	02	32002	00

HL contiene el número 258 decimal = 0102H. Las celdillas de memoria están *vacías* *(Lo que, como puedes adivinar, significa que contienen "00").*

DESPUES:		*CELDILLA*	*CONTENIDO*
		32000	02
H	L	32001	01
01	02	32002	00

El convenio con los números de 16 bits guardados en la memoria, (y en los **listados** de un programa), es que el octeto **inferior** siempre se almacena **primero.**

No hay ninguna justificación para esa *decisión*; excepto decir, que así fue como los diseñadores del Z80 lo pensaron, y ahora tenemos que vivir con ello. Asegúrate que lees ésto cuidadosamente, y que te familiarizas con esta **inversión** del orden, ya que probablemente sea la causa más importante de errores al programar:

→ En los registros el octeto **superior** se almacena **primero**
→ En la memoria y en los programas, el octeto **inferior** se almacena **primero.**

No es algo que pueda ser comentado e ignorado; ya que cada vez que tratas con una instrucción de 16 bits en código máquina, necesitarás pensar cuidadosamente sobre el *orden* de los octetos superiores e inferiores. Sin embargo, no debes sentirte *anonadado* por ésto -la vida en el Z80 sería virtualmente imposible sin las instrucciones de 16 bits- y es simplemente un precio que tenemos que pagar.

✶ Puedes comprobar por tí mismo todo ésto, utilizando el Montador de código en lenguaje-máquina y examinando después el contenido de la memoria, utilizando la comando "mem".

Cargando números de 16 bits

El grupo de *instrucciones de carga* de 16 bits en su forma más simple, consiste en anotar un número de 16 bits en una pareja de registros. El nemónimo general es

```
LD rr, nn
```

* De nuevo, estamos usando la notación de dos letras para indicar un número de 16 bits. "rr" significa cualquier pareja de registros. "nn" cualquier número de 16 bits.

Para aquellos de vosotros sin programa ensamblador -vosotros que manualmente y usando las **tablas** *al final del libro, convertís los nemónimos en código- los comentarios sobre el orden de los números de 16 bits en la memoria se convierte en* **crucial**.

Incluso si tenéis ensamblador, debéis ser conscientes de estas inversiones de orden para que podáis leer el código cuando reviséis el contenido de la memoria.

Veamos un *ejemplo* específico:

cargar HL con el número 258
el nemónimo para esta instrucción es LD HL, 0102H

El **código** correspondiente a "LD HL, nn" es como puedes comprobar al final del libro:

```
21 XX XX
```

lo que significa que debemos **inscribir** el número 0102H en lugar de "XX XX"; pero a causa de la regla de **inversión**, no lo tecleamos como 0102H sino como 0201H.

La instrucción apropiada será:

```
21 02 01
```

[illegible] ejemplos de lo *mostraremos* como

```
21 02 01      LD HL, 0102H (= 258)
```

[illegible] nuestros programas, debes familiarizarte *muy*

[illegible] cuando escribas tus propios programas.

[illegible] *16 bits*

Así como somos capaces de cargar números de 16 bits **directamente** en una pareja de registros, podemos cargar también números de 16 bits **directamente** en los registros indiciales (que ambos son *pies* con 16 dedos como recordarás).

```
LD IX, nn
LD IY, nn
```

Podemos manipular información entre una pareja de registros y dos celdillas sucesivas de la memoria (es el equivalente en 16 bits de cargar la información desde un registro sencillo en una sola celdilla de memoria).

Las instrucciones generales son:

```
LD (nn), rr
LD (nn), IX
LD (nn), IY
```

Recuerda que los paréntesis son la abreviatura de "contenido de"; así que la última instrucción se leería como: "*cargar* en la celdilla de memoria con dirección nn, el valor del registro IY".

Como estamos tratando con números de 16 bits, *realmente* cargamos la celdilla de memoria especificada y la siguiente celdilla de memoria. No es necesario especificar ambas direcciones (porque la CPU *sabe* determinar fácilmente la dirección de la segunda celdilla). Pero seremos cuidadosos para evitar la confusión entre operaciones de 8 bits y operaciones de 16 bits.

La estructura *recíproca* de muchas de las instrucciones, también aparece aquí; y podemos además, cargar una pareja de registros o un registro indicial con lo que haya en una pareja específica de celdillas de memoria:

```
LD rr, (nn)
LD IX, (nn)
LD IY, (nn)
```

Ejercicio:

Sabemos -por el manual del Spectrum- que el comienzo de la parte libre de memoria puede obtenerse mirando el contenido de las celdillas 23653 y 23654.

En BASIC usamos la instrucción:

```
PRINT PEEK 23653 + 256 * PEEK  23654
```

Efectuarémos ahora la *misma tarea* utilizando lenguaje-máquina: (23653 = 5X65H)

```
ED  4B  65  5C      LD BC, (23653)
C9                  RET
```

OBSERVA CON ATENCION QUE LOS NUMEROS SE HAN METIDO CON EL OCTETO INFERIOR PRIMERO Y QUE OBTENDRIAS UNA RESPUESTA TOTALMENTE ERRONEA SI LOS METIERAS DE OTRA FORMA.

Utilizamos el registro BC para obtener esta información porque, como *recordarás* muy bien, el valor de USR, es el contenido que la pareja de registros BC tiene al finalizar el programa en lenguaje-máquina.

Ten en cuenta que "LD BC, (NN)" es una instrucción de 4 octetos!

- Podemos usar programas similares para determinar el valor de cualquiera de las variables de dos octetos, que aparecen en el manual del Spectrum.

En el Spectrum, sabemos que una vez que un programa ha *finalizado*, la posición en que comienza la *zona libre* de memoria queda *prefijada*, por lo que sólo necesitamos determinarla *una vez* por cada programa.

RESUMEN

Podemos *traer* números de 16 bits, a cualquiera de las *parejas* de registros o a los registros *indiciales*, bien especificando el *número* de 16 bits, o especificando la *celdilla* de memoria donde se encuentra el número de 16 bits.

De manera similar, podemos *llevar* a la memoria un número de 16 bits, desde cualquiera de las parejas de registros o desde los registros indiciales.

El único punto a tener muy en cuenta, es el *peculiar* orden en que los números de 16 bits se almacenan en la memoria y por tanto, en el orden en que aparecen en los listados los números de 16 bits:

- El octeto inferior siempre se almacena primero!!!

Instrucciones para operaciones con la "pila"

Nemónimo	*Octetos*	*Tiempo*	*Efecto sobre los banderínes*					
			C	Z	PV	S	N	H
PUSH Par de reg.	1	11	-	-	-	-	-	-
PUSH IX o IY	2	15	-	-	-	-	-	-
POP Par de reg.	1	10	-	-	-	-	-	-
POP IX o IY	2	14	-	-	-	-	-	-
LD SP, Dirección	3	10	-	-	-	-	-	-
LD SP, (Dirección)	3	20	-	-	-	-	-	-
LD SP, HL	1	6	-	-	-	-	-	-
LD SP, IX o IY	2	10	-	-	-	-	-	-

Notación sobre los banderínes:

\# indica que el banderín se ve afectado por la operación

0 indica que el banderín se pone a cero

1 indica que el banderín se pone a uno

\- indica que el banderín no se ve afectado

MANIPULANDO LA PILA

Recuerda la *imagen* que establecímos al comienzo del libro sobre la pila: es donde la CPU era capaz de guardar información sin tener que recordar la dirección de esa información en particular.

Una de las ventajas, posiblemente *inadvertida*, de las operaciones con la pila es que sólo podemos meter (PUSH) y sacar (POP) información a dos manos 16 bits. Así es, por que la pila está *primordialmente* diseñada para recordar direcciones y las direcciones se especifican como números de 16 bits.

Las instrucciones generales para meter en la pila son:

```
PUSH rr
PUSH IX
PUSH IY
```

y las instrucciones generales para sacar de la pila son:

```
POP rr
POP IX
POP IY
```

Son instrucciones excepcionalmente simples, y observarás que no se necesita especificar ninguna dirección.

Para las parejas *ordinarias* de registros -ie. *no* para los registros *índiciales*- estas instrucciones sólo tienen un octeto de longitud, y por tanto, se ocupa muy poco espacio al emplearlas en un programa.

Las instrucciones PUSH, son además no destructivas. Es decir, el registro de 16 bits, todavía contiene la *misma* información después de haberla PUSHADO.

Ten en cuenta que podemos *Pushar* cualquier pareja de registros y *Popar* cualquier pareja de registros; la pareja que saquémos, no necesita ser la misma que la que metímos.

Por ejemplo

```
PUSH BC
 POP HL
```

El efecto de estas dos instrucciones *seguidas* es dejar el contenido del registro BC sin cambio, pero coloca en el registro HL lo que hubiera en el registro BC en el momento de efectuar la instrucción PUSH.

Así equivale realmente a una instrucción de la clase:

```
LD rr, rr'
```

-que estaba *faltando* claramente en el grupo de carga en 16 bits que acabamos de ver.

Como cada instrucción PUSH y POP, para una pareja de registros sólo ocupa un octeto, el *coste*, en términos de ocupación de memoria, *no es mucho*.

- El otro *beneficio* extra es, que así somos capaces de PUSHAR o POPAR la pareja de registros AF! Es una de las pocas instrucciones en que AF es considerado una pareja de registros -pero es visiblemente *sensata* porque habrá muchas veces que queramos preservar el contenido de los banderínes.

Por tanto, puedes mandar PUSH AF (en realidad *anotar* lo que A y F tienen), realizar cálculos que pueden afectar a los banderínes con efectos *colaterales e indeseables*, y luego mandar POP AF dejando los banderínes como estaban al principio.

Cambiando de sitio el stack

Como sabes, la *fuerza* real de estas instrucciones, está en que no tenemos que pensar en qué direcciónes estan los números que hemos PUSHADO o que POPAMOS.

Seguramente, estés de acuerdo en que no tiene *sentido* que la misma área de memoria sirva como pila cuando tienes 16K de memoria que cuando tienes 48K. La forma en que la CPU realmente *guarda nota* de la dirección de la pila es por medio del llamado "puntero de la pila" que se puede ver como un registro de 16 bits. Lo hemos mencionado brevemente en nuestros comentarios sobre los registros; pero no en las instrucciones LOAD, etc. porque es un registro *especial* -que no puede ser tratado de la misma forma que los otros registros.

- Lo que *solemos* querer con el puntero de la pila es definir la posición dentro de la memoria en que queremos que comience; y eso, es exactamente la clase de instrucciones de las que disponemos:

```
LD SP, nn
LD SP, (nn)
LD SP, IX
LD SP, IY
```

Puedes examinar la pila del Spectrum usando *la comanda* "mem" del programa Montador de código en lenguaje-máquina EZ, y mirando los últimos 30 - 40 octetos antes de RAMTOP (el *tope* de memoria).

Pero *no cambies* el contenido de las celdillas de la pila!!

Casi con seguridad, cualquier cambio hará que tu Spectrum *se la pegue* -la pantalla se quedará en blanco y tendrás que volver a encender de nuevo. Eso ocurre, porque el sistema operativo coloca en la pila, mucha de la información que precisa y los cambios provocarán que se quede *colgado*.

Por la misma razón, no intentes manipular la posición del puntero de la pila, a menos que estés seguro de lo que estás haciendo.

AVISO

En un programa bien organizado, el número de POPS y PUSHES deberá siempre *balancearse*, sin importar el camino que el programa vaya a seguir. Cualquier *descompensación*, puede conducir a resultados extraños.

Ejercicio:

Podemos utilizar estas instrucciones para examinar la dirección en que la subrutina USR *reside*, si POPAMOS el valor de la pila en el registro BC. El siguiente programa nos muestra cómo:

```
C1    POP BC     ;     Obtiene la dirección en BC
C5    PUSH BC    ;     La vuelve a poner en la pila
C9    RET        ;     Para balancear antes de volver
```

Instrucciones para aritmética a dos manos

Nemónimo	*Octetos*	*Tiempo*	*Efecto sobre los banderínes*					
			C	Z	PV	S	N	H
ADD HL, Par de registros	1	11	#	-	-	-	0	?
ADD HL, SP	2	11	#	#	#	#	0	?
ADC HL, Par de registros	2	15	#	#	#	#	0	?
ADC IX, SP	2	15	#	-	-	-	0	?
ADD IX, BC o DE	2	15	#	-	-	-	0	?
ADD IX, IX	2	15	#	-	-	-	0	?
ADD IX, SP	2	15	#	-	-	-	0	?
ADD IY, BC o DE	2	15	#	-	-	-	0	?
ADD IY, IY	2	15	#	-	-	-	0	?
ADD IY, SP	2	15	#	-	-	-	0	?
SBC HL, Par de registros	2	15	#	#	#	#	1	?
SBC HL, SP	2	15	#	#	#	#	1	?

Notación sobre los banderínes:

\# indica que el banderín se ve afectado por la operación

0 indica que el banderín se pone a cero.

1 indica que el banderín se pone a uno.

\- indica que el banderín no se ve afectado.

? indica que el efecto sobre el banderín no es conocido

Uno de los beneficios de poder jugar con 16 bits en lo que realmente es un procesador de 8 bits, es que podemos utilizar los 16 bits para especificar direcciones o para realizar cálculos que involucran números enteros hasta 65.355 (o en la gama -32.768 a +32.767, si tratamos con números negativos).

Ahora se ve claramente por qué en algunos microcomputadores anteriores, como el primitivo Sinclair ZX80, toda la aritmética en BASIC estaba *limitada* a números enteros comprendidos entre -32.000 a +32.000.

Pero incluso, aunque podamos realizar algo de aritmética a dos manos, el título de este capítulo ya da una pista de lo que viene -la aritmética a dos manos es un poco chapucera comparada con la aritmética a una mano. La gama de opciones es bastante más cerrada!

Pareja de registros preferente

De la misma forma que el registro A es el *favorito* en la aritmética de 8 bits, hay una pareja de registros favorita en la aritmética de 16 bits y es la *pareja* HL.

Pero este favoritismo no es tan pronunciado como en el caso de los 8 bits, de manera que no omitirémos el nombre del par de registros.

Suma:

Las sumas son bastante directas:

```
ADD HL, BC
ADD HL, DE
ADD HL, HL
ADD HL, SP
```

Y no necesitan más comentarios que ...eso es todo!

Ves que no es posible *añadir* un número cualquiera a HL -eg. no está permitido "ADD HL, nn". Para realizar esta clase de cálculo necesitaríamos hacer:

```
LD DE, nn
ADD HL, DE
```

Pero si consideras que ésto *ata* cuarro de los registros de 8 bits (y sólo tienes siete), te darás cuenta que *no* es algo que puedas hacer muy a menudo.

Tampoco hay suma entre HL y los registros indiciales. Además, recordarás que no hay instrucción que cargue el contenido de IX ó IY en la pareja BC ó DE; de forma que la única manera de efectuar esa *adición* sería algo así como:

```
PUSH IX
POP DE
ADD HL, DE
```

El otro punto a observar es el registro "SP" (el puntero de la pila). Es una de las poquísimas operaciones en que es tratado como un auténtico registro, pero obviamente no puedes utilizarlo como una variable!

Piensa lo que pasaría a toda la información que has apilado, si varías a voluntad el contenido del puntero de la pila.

Efecto sobre los banderínes

La aritmética de 16 bits es donde realmente el banderín de acarreo tiene toda su *sustancia*. Porque, como puedes ver en la tabla del comienzo del capítulo, solamente otro banderín se ve afectado por estas instrucciones, y es el de resta o negación (y todo lo que decimos con este banderín es que la instrucción ADD no es una resta).

El banderín de acarreo estará *alzado* si ha habido un *acarreo* desde el bit superior del *registro* H -cualquier acarreo desde el *registro* L queda *automáticamente* incluído en el cálculo.

Suma con acarreo:

Dado que los 16 bits también son de naturaleza limitada, somos capaces de *encadenar* sumas, igual que en el caso de 8 bits. La instrucción "suma con acarreo" (ADC) opera de manera similar a la de suma y con la misma gama de parejas de registros:

```
ADC HL, BC
ADC HL, DE
ADC HL, HL
ADC HL, SP
```

Resta con 16 bits:

La resta con 16 bits, también es una operación directa; pero *no* hay resta sin acarreo. Si no estás seguro del estado del banderín de acarreo, asegúrate que tu programa incluye una línea que lo baje antes de cualquier operación de resta:

```
SBC HL, BC
SBC HL, DE
SBC HL, HL
SBC HL, SP
```

(Esta última instrucción tiene aplicaciones *obvias*: coloca HL al final de la memoria ocupada por *todo* tu programa, resta SP, y el resultado (negativo) será la cantidad de memoria libre.

¿Puedes escribir un sencillo programa que lo haga?

Mira al final del capítulo para confirmar tu solución.

Efecto sobre los banderínes de la aritmética con acarreo

Habrás notado que con 16 bits, hay otros tres banderínes que se ven afectados por la suma y la resta con acarreo, y que no se veían afectados por la suma sin acarreo.

Son el banderín de **cero**, de **signo** y el de **rebose**. Cada uno de ellos se alza o baja según el resultado de la operación.

Aritmética con el registro indicial

Los registros indiciales están exclusivamente **limitados** a la adición sin acarreo!

Aún más, la *gama* de registros que pueden añadirse al registro **indicial** es extremadamente limitada:

- Añadir el par de registros BC ó DE.
- Añadir el registro indicial a él mismo
- Añadir el puntero de la pila.

Solución al ejercicio de memoria que deja libre un programa:

El final del espacio de memoria que el programa *ocupó*, está definido por el contenido de la *celdilla* llamada STKEND. En el manual del Spectrum te dicen que *son* la 23653 y la 23654!

Obviamente, si cargamos HL con el contenido de *esa* celdilla, ya estamos a medio camino:

```
LD HL, (STKEND)
```

luego le restamos el **puntero de la pila** (SBC HL, SP ?)

Por culpa del acarreo, necesitamos garantizar previamente que está en Off. La forma más fácil de lograrlo es con la instrucción "AND A", que ya hemos comentado anteriormente en este libro.

```
AND A
SBC HL, SP
```

Apúntate un *notable* si ya sabías que tenías que tener en cuenta el acarreo, pero no sabías como hacerlo, y un *"insuf"* si olvidaste todo lo referente al acarreo.

Dado que el puntero de la pila está más *arriba* que la **cima** del programa que hay en memoria (o tú sabrás dónde, si estás haciendo *diabluras*) el resultado será negativo.

Prosigamos ahora, hasta obtener como una **cantidad** positiva el número de octetos que quedan, utilizando el registro BC (lo mismo nos valdría con el registro DE). Primero queremos traspasar HL a BC, pero como no hay LOAD que haga eso,

necesitaremos *meterlo* y *sacarlo* de la pila:

```
PUSH HL
POP BC
```

HL todavía tiene la misma información que ántes, así que HL es igual a BC.

Para hacer que HL sea igual a *menos* BC, resta BC de HL dos veces! (pero no olvides que el acarreo se acaba de alzar a causa de la resta anterior, así que *bájalo* otra vez):

```
AND A
SBC HL, BC
SBC HL, BC
```

HL ahora contiene el valor **negativo** de lo que contenía antes -ie. el número **positivo** de octetos que quedan libres.

Necesitamos ahora devolver ese número al par de registros BC para que nos lo de como **resultado** de la función USR. Para *devolver* HL a BC:

```
PUSH HL
POP BC
```

y finalmente a *regresar* de la función USR.

```
RET
```

¿*Agarraste* todo ésto correctamente? No lo sueltes (que no da calambre) y con una pila tan manejable.

LAZOS Y SALTOS

Los *lazos* y los *saltos* son los que dan a un computador, toda su potencia. Una vez que domines cómo hacer decisiones y cómo ejecutar diferentes trozos de un programa según el resultado de los cálculos previos, es que ...vaquero: estás ganando este rodeo!

Esta *libertad* puede causarte problemas: crear programas que son difíciles de seguir, y casi imposibles de depurar.

> *Te sugerimos muy mucho que diseñes tus programas cuidadosamente ántes de escribir nada en código máquina; y por eso es por lo que hemos incluido el capítulo "Planteando un programa en lenguaje-máquina". Te lo resaltamos ahora porque los lazos y los saltos son los que te apartan siempre de un buen programa.*

Equivalente en lenguaje-máquina a GOTO

En BASIC, estás familiarizado con la instrucción "GOTO", por la que haces que el programa *vaya* a la instrucción con el número de línea que mencionas después de GOTO.

Nada hay más simple que implementar en lenguaje-máquina: simplemente especifícas la celdilla de memoria en donde te gustaría que la CPU recabara la siguiente instrucción y ya tienes medio camino recorrido. El resto es pan comido.

La más simple instrucción es "Saltar a" ...(en inglés "JUMP").

```
JP XX XX
JP (HL)
JP (IX)
JP (IY)
```

Cada una de estas instrucciones también puede hacerse que *dependa* del estado de altuno de los *banderínes*, por ejemplo el de acarreo. Esta instrucción de salto condicional es:

```
JP cc, nn
```

siendo 'cc' la condición que debe cumplirse. Si tenemos

```
JP Z, 0000
```

por ejemplo, se leería "saltar -SI el banderín de cero está alzado- la dirección "0000".

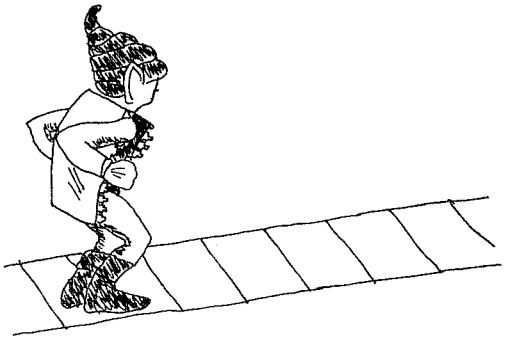
(Esta es la dirección a la que el Spectrum salta nada más *encenderle*; y como tal, un salto a cero puede utilizarse en un programa en lenguaje-máquina, si quieres *limpiar* toda la memoria y empezar de *nuevo* con "K").

Observa ahora que la CPU no permite ninguna equivocación. Si tú le dices "jump" saltará. Dado que cualquier código puede ser equivalente a una instrucción, la CPU no le importa si al saltar *caes en medio* de los datos, o en el *segundo* octeto de una instrucción de dos octetos. Leerá el octeto en la dirección que le hayas dicho, *supondrá* que es el comienzo de una instrucción, y seguirá obedeciéndola.

La forma en que la CPU maneja las instrucciones de salto es *bastante* simple: tiene un pequeño *contador*, llamado el contador de programa, que le dice dónde tiene que buscar la siguiente instrucción a cumplimentar. En el transcurso normal de un programa (es decir, sin saltos) la CPU mira la instrucción a obedecer, y añade tantos octetos como haya en esa instrucción al contador de programa.

Así pués, si encuentra una instrucción de dos octetos, suma dos; y una de cuatro octetos le hará sumar cuatro al contador de programas, y demás.

Cuando *tropieza* con una instrucción de salto, simplemente sustituye el contenido del contador del programa con el valor que tú hayas especificado. Por eso es, por lo que no puedes permitirte que se te *cuele* ningún error.



Saltos largos y saltos cortos

Podemos describir las instrucciones anteriores como de un *"salto largo"*, porque una dirección de 16 bits nos permite saltar a donde quiera que la pastilla Z80 sea capaz de ir; y puede ir muy lejos al usar dos octetos para la dirección.

La desventaja de un salto largo, es que:

A. *A menudo no queremos saltar tan lejos, pero si quisiéramos usar una instrucción de menos octetos.*

B. *No podemos* reubicar *fácilmente el programa en otra parte de la memoria porque estamos empleando direcciones* absolutas *(ie. no relativas).*

Fue primordialmente, para superar estas dos desventajas que se introdujo el *"salto corto"*. Nos referimos a él como un salto relativo, y nos permite saltar hasta 127 octetos *delante de* nuestra posición actual o -128 octetos *detrás de* esa posición. ie. la distancia que se salta puede especificarse en un octeto!

Instrucción de salto relativo

```
JR  d
```

siendo "d" el desplazamiento relativo, ie. que toma donde estamos, como *punto de partida.*

Podemos hacer también que el salto relativo *dependa* de alguna condición, tal como acarreo alzado, o banderín de cero bajado, etc.

Estos saltos condicionales se escriben:

```
JR cc, d
```

siendo cc la condición que ha de *cumplirse* para que *salte.*

El valor del desplazamiento "d" se suma al contador de programa.

Esto significa que se toma el valor *presente* del contador de programa y se le *añade* el valor relativo que has especificado. El valor que especificas puede ser positivo -salto hacia delante-, o negativo -salto hacia atrás. Si vuelves a estudiar nuestro capítulo sobre números negativos, te darás cuenta que los saltos relativos están limitados a la gama -128 a +127.

Ten en cuenta que cuando la CPU está ejecutando una instrucción de salto relativo, el contador de programa ya está *apuntando* a la siguiente instrucción. La que se ejecutaría si no se cumpliera la condición.

Nos explicamos, cuando la CPU tropieza con "JR" sabe que es una instrucción de dos octetos, y añade inmediatamente dos al contador de programa -que por tanto, está apuntando a la instrucción *que sigue a la de* salto relativo-!!!

Eg. En un programita como

Celdilla		*Código*
32000		ADD A, B
32001		JR Z, 02H
32003		LD B, 0
32005	OTRA	LD HL, 4000H

A continuación, te describimos lo que la CPU haría con el programita si *ignorase* la instrucción de salto que hay en la celdilla 32001 (ie. si estuviera bajado el banderín de cero:

- *Cargar el octeto de la 32000, ya que el contador de programa tiene 32000.*
  Dado que es una instrucción de un solo octeto, pondrá el contador de programa a 32001 y luego ejecutará la instrucción.
- *Cargar el octeto especificado por el contador de programa (32001).*
  Este octeto es parte de una instrucción de dos octetos, así que suma dos al contador de programa con lo que éste tendrá 32003. Recabar el siguiente octeto para completar la instrucción vigente *y luego ejecutar esa instrucción.*
- *Cargar el octeto especificado por el contador de programa (32003)*
  Este octeto es parte de una instrucción de dos octetos, así que añade dos al contador de programa (ahora igual a 32005) y recaba el siguiente octeto para completar la instrucción. Luego ejecuta la instrucción.
- *Seguir.*

En la celdilla 32001 el programa encuentra una instrucción condicional de salto **relativo**. Si el banderín de cero no está alzado como en el ejemplo anterior, la CPU no hace *nada más que* sumar dos.

En general, la CPU ejecuta esa instrucción de salto como sigue:

- Si el banderín de cero está alzado, suma *otras dos más* al contador de programa -esto lo haría = 32005- y se va a guipar lo que allí haya.
- Si el banderín de cero no está alzado, no sumaría *nada extra* -el contador de programa permanecería = 32003-, y allí que se iría.

En otras palabras, el salto relativo nos permite *olvidarnos* de la instrucción "LD B, 0" en ciertos casos.

Esto explica además, por qué en estas instrucciones hay indicados dos tiempos en la columna de "tiempo empleado". Se tarda menos tiempo en no hacer nada, que en calcular el nuevo valor del contador de programa.

○ La CPU, por tanto, ejecutará la instrucción en 32003, o la instrucción 32005, dependiendo del estado del banderín de cero.

Además te *reiteramos* que es posible hacer saltos relativos negativos, ie. *retrocesos*.

Ejercicio:

Como el salto relativo es una instrucción de dos octetos, y el contador de programa está apuntando a la instrucción que viene *detrás* del salto relativo, ¿cuál sería el efecto de una instrucción que mandara:

```
JR -2
```

Lenguaje-máquina para lazos "For ...Next":

Estoy seguro que ya has dominado los *lazos* "for ...next..." del lenguaje BASIC:

```
FOR I = 1 to 6
LET C = C + 1
NEXT I
```

Hay un lazo similar en lenguaje-máquina, pero adopta una forma diferente. Considerémos cómo podemos implementar un lazo de 6 *vueltas* en lenguaje máquina, utilizando las funciones aritméticas y el salto relativo:

```
LAZO    LD B, 1          ; Poner el contador a 1
        LD A, 7          ; Máximo de cuenta + 1
        INC C            ; C = C + 1
        INC B            ; Incrementar el contador
        CP B             ; ¿Es B = A?
        JR NZ, LAZO      ; Si no lo es, de nuevo a LAZO.
```

Esto funcionará, pero observa lo siguiente:

Tenemos *trabajados* dos registros, uno para incrementar, y otro para fijar el máximo de la *cuenta;* y la instrucción que incrementa el contador no afecta a ninguno de los banderínes al concluir. Sería mucho mejor si hubiéramos contado hacia abajo.

○ Sabemos que lo que queremos hacer es repetir 6 veces, así que ¿por qué no poner B a 6 y contar hacia abajo?

Eso nos daría:

```
LAZO    LD B, 6          ; coloca en el contador el máximo
                           de cuenta.
        INC C            ; C = C   1
        DEC B            ; decrementa el contador
        JR NZ, LAZO      ; si no ha acabado vuelve a LAZO.
```

Como puedes ver, es una forma mucho más eficaz de hacer las cosas.

La pastilla Z80 tiene una instrucción especial que combina las dos últimas instrucciones anteriores. Esa instrucción se escribe como:

```
DJNZ d
```

La anterior instrucción se lee como "decrementar (B) y saltar si no es cero". (La "d" es el desplazamiento relativo). Esta instrucción sólo tiene dos octetos y nos *ahorra*, por tanto, un octeto en la codificación anterior.

A causa de la existencia de esta instrucción especial, el registro "B" se utiliza habitualmente como contador.

Las limitaciones de la instrucción DJNZ, es que sólo puede contar hasta 256. Sin embargo, podemos *anidar* instrucciones DJNZ, si se precisa un lazo con más vueltas:

```
                LD B, 10H       ;  B = 16
LMAYOR          PUSH BC         ;  guardar el valor de B
                LD B, 0         ;  hacer B = 256
LMENOR          ......          ;
                                ;  cálculo cualquiera
                ......
                DJNZ LMENOR     ;  ¿hecho 256 veces?
                POP BC          ;  recoger de nuevo el valor de B
                DJNZ LMAYOR     ;  hecho 16 veces el lazomayor.
```

Ejercicio:

Intenta escribir en un trozo de papel lo que aparecería en cada registro después de cada instrucción del programa anterior, pero habrás de coger papel en *cantidad*.

Lazos de espera:

Hay veces, en lenguaje-máquina, que las cosas *suceden* tan rápidamente que es necesario *esperar* durante un momento. Los ejemplos que nos vienen a la mente son al enviar información a una cassette (los *pitidos* tienen que espaciarse suficientemente para que puedan posteriormente ser leídos), o enviar información a una máquina de escribir (habría que imprimir a *miles* de caractéres por segundo).

Es, por tanto, útil establecer lazos de espera, utilizando la instrucción DJNZ:

```
                LD B, cuenta
ESPERA          DJNZ ESPERA
```

La instrucción "DJNZ ESPERA" hará que la CPU salte hacia atrás, -hasta la propia instrucción DJNZ-, tantas veces como sean precisas para que el registro B llegue a cero, antes de proseguir con nuevas instrucciones.

Esto te da además, la respuesta al ejercicio en que preguntábamos lo que pasa cuando escribes JR -2. El tiempo de espera es función *del valor que cargues en B.*

Instrucciones para el grupo de llamada y vuelta *(CALL y RETURN)*

Nemónimo	*Octetos*	*Tiempo*	*Efecto sobre los banderínes*					
			C	Z	PV	S	N	H
CALL dirección	3	17	–	–	–	–	–	–
CALL cc, dirección	3	10/17	–	–	–	–	–	–
RET	1	10	–	–	–	–	–	–
RET cc	1	5/11	–	–	–	–	–	–

Mediante "cc", se indica la condición que ha de cumplirse para que se ejecute la instrucción. Las condiciones que pueden usarse son:

Banderín	*Abreviatura*	*Significado*
Acarreo	C	Acarreo alzado (= 1)
	NC	Acarreo bajado (= 0)
Cero	Z	Cero alzado (= 1)
	NZ	Cero bajado (= 0)
Paridad	PE	Paridad par (= 1)
	PO	Paridad impar (= 0)
Signo	M	Signo menos (= 1)
	P	Signo positivo (= 0)

Banderínes afectados:

Observa que *ninguno* de los banderínes se ven afectados por las instrucciones CALL y RETURN.

Tiempos:

Cuando se muestran dos tiempos, el más corto indica el caso en que no se cumple la condición.

USO DE SUBRUTINAS EN TUS PROGRAMAS EN LENGUAJE-MAQUINA

El uso de subrutinas es tan fácil en la programación en lenguaje-máquina como lo es en los programas BASIC, si no más. De hecho, recuerda que usar la función "USR" en BASIC, es realmente *llamar* a una subrutina: incluso recordarás que necesitas tener una instrucción RETurn para acabar. Por tanto, es muy fácil que *compruebes* ciertas rutinas independientemente de tu programa principal.

> *La diferencia mayor con la que te encaras al implementar subrutinas en lenguaje-máquina, es que necesitas saber la dirección donde comienza la subrutina. Esto puede causarte problemas si guardas las rutinas en lenguaje-máquina en una tabla de variables porque la dirección de esas variables no es necesariamente constante. Significa también que los programas en lenguaje-máquina que usan subrutinas, no pueden fácilmente ser trasladados a distintas posiciones en la memoria, ie. reubicados.*

Las subrutinas pueden llamarse también condicionalmente, lo que es el equivalente en lenguaje-máquina de la sentencia BASIC:

```
IF (condición) THEN  GOSUB (número de línea)
```

Se debe tener *cuidado* en las subrutinas para no afectar ninguno de los banderínes ni registros que se necesitan en comparaciones subsiguientes. Tenlo presente si no quieres *desvirtuar* las sentencias CALL que haya después de volver al punto donde *citaste* a la subrutina. (Y *llamar*, *citar*, *mencionar*... todo significa lo mismo).

Las únicas condiciones permitidas para las llamadas condicionales son:

- *-Banderín de acarreo*
- *-Banderín de cero*
- *-Banderín de paridad (también de rebose)*
- *-Banderín de signo.*

Recuerda que todos estos banderínes se alzan o bajan según la última instrucción que afecte a ese banderín en particular.

Es por tanto, muy buena práctica colocar las instrucciones CALL o RETURN inmediatamente después de la instrucción que fija los banderínes.

eg.

```
LD    A, (Número)
CP    1
CALL  Z, UNO
CP    2
CALL  Z, DOS
CP    3
CALL  Z, TRES
```

La rutina anterior te permite *saltar* a diferentes puntos *según* el valor almacenado en la celdilla llamada NUMERO; pero observa que presupone que las subrutinas no cambian el valor que hay en el registro A!!! *¿Por qué?*

Si sabes que hay *sólo tres posibilidades* para el valor guardado en la celdilla número, es posible redactar una rutina más corta:

```
LD    A, (NUMERO)
CP    2
CALL  Z, DOS       ; A = 2
CALL  C, UNO       ; A < 2 ➡ A = 1
CALL  TRES         ; A > 2 ➡ A = 3
```

Lo podemos hacer porque la instrucción CP 2 afecta tanto al banderín de acarreo como al de cero, y la instrucción de llamada no afecta a *ninguno* de los banderínes.

Similarmente, el uso de un regreso condicional desde una subrutina es muy útil. *(Pero no está considerado por muchos, como una buena práctica de programación).*

Instrucciones de comparación y traslado de bloques

Nemónimo	*Octetos*	*Tiempo*	*Efecto sobre los banderínes*					
			C	Z	PV	S	N	H
LDI	2	16	-	-	#	-	0	0
LDD	2	16	-	-	#	-	0	0
LDIR	2	21/16	-	-	0	-	0	0
LDDR	2	21/16	-	-	0	-	0	0
CPI	2	16	-	#	#	#	1	#
CPD	2	16	-	#	#	#	1	#
CPIR	2	21/16	-	#	#	#	1	#
CPDR	2	21/16	-	#	#	#	1	#

Notación sobre los banderínes:

\# indica que el banderín se ve alterado por la operación

0 indica que el banderín se pone a cero

1 indica que el banderín se pone a uno

\- indica que el banderín no se ve afectado.

Tiempos:

En las instrucciones *repetitivas*, los tiempos que se indican son para cada ciclo. El tiempo más corto que se indica es para el caso de la instrucción que *termina* la repetición -eg. para CPIR, bien cuando BC = 0, o bien cuando A = (HL).

OPERACIONES CON BLOQUES

A estas alturas, debieras estar muy familiarizado con el lenguaje que tu computador comprende -es muy parecido a cuando se aprende un *idioma* extranjero. Cuando puedes *pensar* en ese lenguaje es cuando lo has dominado.

> *Este capítulo cubre el último grupo de instrucciones utilísimas -los siguientes capítulos tratan con instrucciones que son muy convenientes y que en algunas circunstancias resultan valiosas; pero en términos generales ya debieras estar capacitado para escribir programas en lenguaje-máquina con las que* ya conoces. *Asegúrate, sin embargo, que comprendes el capítulo sobre cómo plantear un programa en lenguaje-máquina.*

Las instrucciones que comentamos en este capítulo, son por su propia naturaleza *potentes* como para saltar rascacielos en un brinco de gigante, y más *rápidas* que una ráfaga de ametralladora -en otras palabras, instrucciones que manejan un bloque de memoria, en lugar de simples octetos.

Comencemos por la más simple de ellas:

CPI

Con lo que ya sabes del lenguaje del Z80, seguro que has reconocido inmediatamente que es un miembro de la *familia* de las "comparaciones"; y de hecho, es una comparación ampliada.

Se lee como COMPARAR e INCREMENTAR. (Recordarás que sólo podemos comparar algo con el contenido del registro A, y por tanto, *no lo mencionamos* en la instrucción).

CPI compara "A" con (HL) e incrementa HL. Esto significa que después de esta operación, HL ya está apuntando a la siguiente celdilla y *presto* para repetir la operación.

Con esta instrucción somos capaces de escribir una rutina que *escrute* toda la memoria en busca de un determinado octeto, como sigue:

```
ESCRUTA     CPI
            JR NZ, ESCRUTA
```

- De esta forma, a menos que encontremos una concordancia (con lo que el banderín de cero quedará alzado como en todas las instrucciones de comparación), el procesador continuará buscando.

Desafortunadamente, no ha sido una buena idea porque a no ser que encontremos una *concordancia* el programa nunca acabará!

Afortunadamente, también los diseñadores del Z80 pensaron en ello y la instrucción CPU también decrementa la pareja BC!

Podemos, por tanto, elegir voluntariamente la longitud del bloque que deseamos sea escrutado, permitiéndonos así que siempre acabe el *escrutinio*.

Supongamos que la longitud del bloque en que vamos a buscar es *menor de* 255, de manera que la cuenta pueda guardarse *sólo* en el registro C.

Escribiríamos:

```
ESCRUTA       CPI
              JR Z, SIENCONTRO
              INC C
              DEC C
              JR NZ, ESCRUTA
NOENCONTRO    .........
              ......
SIENCONTRO    .........
```

Obviamente, realizarémos una rutina diferente si la longitud del bloque tiene *más de* 255 octetos.

Observa cómo usamos las instrucciones INC y DEC para comprobar si C = 0 (bloque *completo*). Estas dos instrucciones sólo precisan de un octeto cada una, y como ambas afectan al banderín de cero, el *efecto neto* de las dos es alzar el banderín sólo cuando C era cero antes de ellas (y desde luego, esta codificación no altera ninguno de los otros registros).

- Además, si deseáramos *escrutar* un bloque de memoria comenzando desde la parte superior, usaríamos la instrucción CPD que se lee como COMPARAR y DECREMENTAR. El decremento se refiere obviamente a HL, y el efecto sobre BC sigue siendo el mismo!

Todavía más potentes que éstas dos instrucciones, son las verdaderamente *supermanes*:

```
CPIR
CPDR
```

que se leen como *"comparar, incrementar y repetir"*
y *"comparar, decrementar y repetir"*

Estas instrucciones de sólo dos octetos son *increíblemente* potentes:

> *Permiten que la CPU continúe* automáticamente *escrutando un bloque de memoria hasta que se encuentra una concordancia, o se alcanza el final del bloque. (Naturalmente tendrémos que especificar A, HL y BC antes de dictar la instrucción, pero incluso así es una codificación maravillosamente económica).*

Dado que las instrucciones pararán con *dos posibilidades* (ie. porque han encontrado una concordancia dentro del bloque, o ninguna concordancia en todo el bloque), tendrémos que colocar algunas instrucciones al final para *diferenciar* entre estas dos posibilidades.

Has de ser consciente sin embargo,
que no importa la velocidad del lenguaje-máquina
para que CPIR y otras instrucciones similares
puedan ser tremendamente lentas!!!

CPIR, por ejemplo, requiere 21 ciclos por cada octeto que se compara. Sabemos que hay 3.500.000 ciclos *en cada segundo*, pero incluso así significa que escrutar 3.500 octetos requiere 1/50 de segundo. Lo que puede no parecerte un tiempo muy largo, pero si consideras que la imagen de pantalla se *proyecta* cada 1/50 de segundo, aproximadamente, te darás cuenta que puede ser significativo.

Las otras operaciones con bloques siguen líneas ajedrecistas de *mueve, mate:*

Son:

LDI LDIR
LDD LDDR

Son parte, obviamente, de la *familia* de "carga" y se leen:

- ✱ - *Cargar e incrementar*
- ✱ - *Cargar, incrementar y repetir*
- ✱ - *Cargar y decrementar*
- ✱ - *Cargar, decrementar y repetir*

Empezando por la más simple, LDI es realmente una *combinación* de las siguientes acciones:

Cargar (DE) con (HL)
Incrementar DE, HL
Decrementar BC

Observa que ésta es la única instrucción que trasvasa de una celdilla de memoria (HL) a otra (DE), sin *tener que cargar* previamente *el contenido con un registro.*

El uso del registro "DE" como dirección de destino es muy *inteligente*, así nunca olvidarás cuál es el registro que contiene la dirección DEstino. Obviamente, HL contiene la dirección origen del trasvase.

La instrucción simétrica LDD es exactamente la misma, excepto en que HL y DE se decrementan a medida que prosigue la carga. La diferencia entre LDI y LDD es más *importante* cuando los dos bloques (donde está la información y donde va a estar la información) se *solapan*. Supongamos que utilizamos esta instrucción en una aplicación de *tratamiento de textos*, y queremos eliminar una palabra de una frase:

```
EL GRAN PERRO CASTAÑO SE LANZO HACIA LA ZORRA.
1 3 5 7 9 1 3 5 7 9 1 3 5 7 9 1 3 5 7 9 1 3 5
```

- Si queremos eliminar la palabra "castaño", todo lo que necesitamos hacer es *mudar* de sitio el resto de la frase que hay a la derecha.

```
DE = destino  ──→  lugar 15
HL = origen   ──→  lugar 23
BC = cuenta   ──→  24 letras.
```

Comencemos con LDI: después de efectuada una vez la instrucción, tenemos:

original = ➡ EL GRAN PERRO CASTAÑO SE LANZO HACIA LA ZORRA.

mudamos una letra
y el nuevo es: ➡ EL GRAN PERRO SASTAÑO SE LANZO HACIA LA ZORRA.

y HL = 24, DE = 16, BC = 23.

Después de dos instrucciones más, habrá:

⬇ EL GRAN PERRO SE TAÑO SE LANZO HACIA LA ZORRA.

y después de que las instrucciones se hayan completado, tendrémos:

⬇ EL GRAN PERRO SE LANZO HACIA LA ZORRA.A ZORRA.

(Si hubieras querido que el trozo después del punto quedara en blanco, se podría haber logrado, añadiendo espacios al final de la frase original e incrementando BC a 32).

- Si ahora queremos invertir el proceso y devolver la palabra "castaño" a la frase, no podemos usar simplemente "LDI" de nuevo, porque escribirémos encima de la información que queremos desplazar.

eg.

```
DE = destino = lugar 23
HL = origen  = lugar 15
BC = cuenta  = 24 letras.
```

Después de la instrucción, tendríamos:

➡ EL GRAN PERRO SE LANZOSHACIA LA ZORRA.A ZORRA.

Después de 6 instrucciones tendríamos:

⬇ EL GRAN PERRO SE LANZOSE LAN LA ZORRA.A ZORRA.

y así sucesivamente ¿perfectamente?. Mira que con otras tres ya tendríamos:

⬇ EL GRAN PERRO SE LANZOSE LANZOS ZORRA.A ZORRA.

y comprueba que acabaríamos con:

⬇ EL GRAN PERRO SE LANZOSE LANZOSE LANZOSE LANZ

El problema es que ya habíamos escrito *sobre* la información que íbamos a transferir *antes* de sacar la que allí había. Puedes verificar eso moviendo una letra cada vez, por tí mismo y a mano.

Es mejor, por tanto, usar la instrucción LDD, con el registro DE apuntando al *extremo* de la frase, lo que nos garantiza que la información *no se montará encima* al mudar de sitio el bloque, ya que vamos decrementando.

Las instrucciones "LDIR" y "LDDR" son aún más potentes, capaces de *trasvasar* millares de octetos de un lado a otro y muy rápidamente.

Ejercicio:

Escribe una rutina breve para transferir 32 octetos desde la zona ROM de la memoria hasta la zona de pantalla.

Observa cómo se disponen en la pantalla los 32 primeros octetos.

Ahora inténtalo con 256 octetos; luego con 2048. Y así hasta que lo domines.

INSTRUCCIONES DEL Z80 QUE SE USAN MENOS FRECUENTEMENTE

Comentamos brevemente en los primeros capítulos, la idea de que la CPU llevaba guantes acartonados que se podía poner y quitar; y mantener así temporalmente información en otros lugares más accesibles que las celdillas de memoria.

Debes recordar que no puedes maniobrar con estos registros alternativos y que la *analogía* con los guantes es muy valiosa. Aunque ellos *retienen* su forma primitiva, no hay manera que por sí mismos puedan hacer ninguna operación aritmética.

La primera instrucción es:

```
EX AF, AF'
```

que hace exactamente lo que su nombre sugiere: *canjea* (EXCHANGE) los pares de registros AF y AF'. En la analogía guanteríl, diríamos cambiar los guantes del par de manos AF. En otras palabras, se *pone* el conjunto de *guantes de reserva* AF -recordarás que el conjunto de guantes de reserva, siempre se ha *simbolizado* como AF'.

La siguiente instrucción general para el *canje de guantes* es:

```
EXX
```

Esta instrucción, intercambia los guantes de todas las otras manos de 8 bits, es decir:

```
B   C  ⟶  B'   C'
D   E  ⟶  D'   E'
H   L  ⟶  H'   L'
```

Es una instrucción muy potente; pero precisamente por ser potente, está limitada en su utilización. Actúa sobre todos los registros de una vez y no es posible *retener* ningún valor de registro (exceptuando el registro A que no se ve afectado por "EXX").

La única forma de *abordar* este problema es escribir una breve rutina de la forma:

```
PUSH   HL
EXX
POP    HL
```

Esto significa que has guardado los valores de BC, DE y HL, en el conjunto alternativo de registros, pero todavía *retienes* el valor de HL para trabajar con él.

La última instrucción de este grupo, no pertenece estrictamente a la clase *canjeadora de guantes:*

```
EX   DE, HL
```

En la anterior instrucción, DE queda con el contenido de HL, y HL con el contenido de DE.

Y desde luego, es una instrucción muy **útil**, *porque como ya vimos "HL" es una pareja de registros preferente en muchas instrucciones, y hay veces que el valor que queremos manejar está en "DE".*

Hasta ahora, todas las instrucciones con las que hemos tratado, involucraban el manejo de números de 8 bits o de 16 bits.

El grupo de instrucciones MIRAR, PONER y REPONER, nos permite manipular individualmente los *dedos* de una mano de la CPU (los bits de los registros) y del contenido de las celdillas de memoria. Dado que es muy *farragoso* el jugar con los bits uno a uno, no es un grupo de instrucciones que se utilice habitualmente. Además se tarda incluso más en manejar un *simple bit* de un registro o de una celdilla de memoria, que en cambiar o examinar *globalmente* los 8 bits de esa celdilla, o de ese registro.

- Sin embargo, hay veces que necesitas *mirar* si un determinado bit está *puesto o repuesto*; o incluso fijar un bit a uno o a cero. Observa, sin embargo, que muchas de las operaciones para prefijar bits pueden realizarse utilizando las operaciones lógicas.

Este grupo de instrucciones nos permite poner cualquier bit a uno (SET), o reponerlo (RESET) a su valor cero, o incluso simplemente mirar (BIT) cuál es el estado de un bit determinado.

Vamos con el primer grupo de instrucciones:

```
SET n, r
SET n, (HL)
SET n, (IX + d)
SET n, (IY + d)
```

La instrucción SET, pone a uno (activa), el bit numerado con "n" del registro r, o de la celdilla de memoria que se menciona en la instrucción.

✱ *No se cambia ninguno de los banderínes.*

El grupo RESET opera sobre, exactamente, la *misma gama* de registros y de celdillas de memoria, pero en lugar de poner un bit, lo REPONE (lo *devuelve* al estado "0" que habitualmente es el que consideramos de reposo o inactivo).

La instrucción BIT pudiera escribirse correctamente como ¿BIT?, ya que la función de esta instrucción es *observar* el estado del bit que se especifica en la instrucción. No se hace ningún cambio al registro o a la celdilla, pero el banderín de cero nos indica el estado del bit que hemos *mirado*.

Si bit = 0 entonces el banderín de cero se alza *(en* activo ⟷ 1 ⟷ ON

Si bit = 1 entonces el banderín de cero se baja *(en* reposo ⟷ 0 ⟷ OFF

A primera vista puede parecer confuso, pero piénsalo de esta forma:

- Si el bit es 0 entonces el banderín de cero se pone a 1 como *testigo* de SI.
- Si el bit es 1, es *natural* que el banderín de 0 no se alze, sino que se baje.

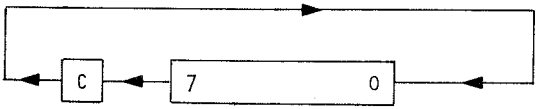

GDM

Puedes *girarlo* a la izquierda, puedes *rotarlo* hacia la derecha, puedes *desplazar* el contenido de los registros *casi* de cualquier forma que te guste.

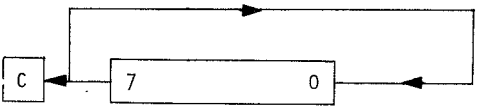
El *truco* para diferenciar entre los desplazamientos y las rotaciones con el fin de saber cuál usar, es recordar que el bit de acarreo puede considerarse como el noveno bit de los registros. (ie. el bit de acarreo es el bit *numerado con* 8 si los bits del registro se numeran de 0 a 7).

Algunas instrucciones de rotación pasan por el acarreo (como noveno bit) de manera que se da una vuelta completa, formando un ciclo de 9 bits.

Por ejemplo, observemos la instrucción "RLA" (su significado será más claro al final de este capítulo):



Otras rotaciones, sólo forman un ciclo de 8 bits, aunque el banderín de acarreo cambia de acuerdo con el bit que ha dado *la vuelta más larga*. Un ejemplo de ésto es la instrucción RLCA:



Esto significa que en una rotación a izquierdas como la anterior, el contenido del bit *cero* se transfiere *al* bit *uno*, el del bit *uno al dos*, etc.; pero en contenido del bit *siete* es transferido *al* bit de *acarreo* y *al* bit *cero*. Compáralo con la instrucción RLA de arriba en que el bit *siete* se pasa *al* bit de *acarreo*, mientras que el de *acarreo* se transfiere *al* bit *cero*.

Rotaciones a izquierdas:

Básicamente, hay dos clases de rotaciones a izquierdas:

* ROTAR A LA IZQUIERDA UN REGISTRO -es una rotación con un ciclo de nueve bits como la mencionada anteriormente en la primera figura.

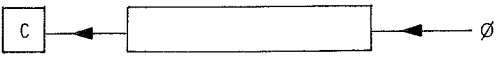
```
RLA   "Rotar izquierda (left) acumulador"
RL r  "Rotar izquierda (left) registro r"
```

✶ ROTAR A LA IZQUIERDA CIRCULARMENTE -circularmente, significa que es un ciclo de ocho bits solamente, como en la instrucción mencionada anteriormente en segundo lugar.

RLCA	*rotar izquierda circular A*
RLC r	*rotar izquierda circular r*
RLC (HL)	*rotar izquierda circular (HL)*
RLC (IX + d)	*rotar izquierda circular (IX + d)*
RLC (IY + d)	*rotar izquierda circular (IY + d)*

Además de estas dos instrucciones de rotación a la izquierda, hay un **desplazamiento** a la izquierda, pero que solamente opera con el registro A.

SLA	Shift (desplazar) Left (izquierda) acumulador.



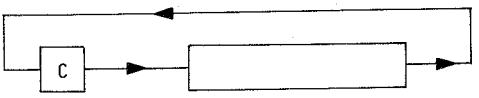
Es **diferente**, ya que el contenido del bit de *acarreo se pierde*, mientras que el Bit *cero* se rellena con el valor *cero*. En realidad es **multiplicar** A por 2 ya que nada se mete en el acumulador.

✪ (*Piensa un poco* sobre SLA con A = 80H).

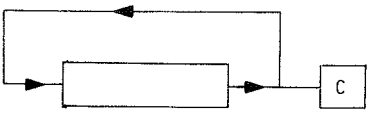
Rotaciones a la derecha:

De nuevo, tenemos los *dos modos* fundamentales de rotaciones pero esta vez a la *derecha*. Exactamente la **misma gama** de posibles celdillas de memorias y de rotaciones pueden efectuarse hacia la derecha como se podían a la izquierda.

RRA	*rotar derecha (right) acumulador*
RR r	*rotar derecha (right) registro*

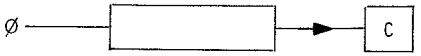


RRCA	*rotar derecha circular A*
RRC r	*rotar derecha circular r*
RRC (HL)	*rotar derecha circular (HL)*
RRC (IX + d)	*rotar derecha circular (IX + d)*
RRC (IY + d)	*rotar derecha circular (IY + d)*



Igual para el desplazamiento a izquierdas hay un **desplazamiento a derechas** *similar*, que se llama:

SRL r - Desplazamiento derecha **lógico** registro r

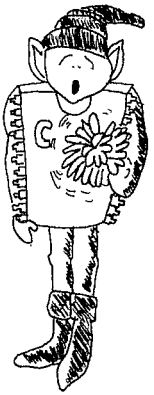


En este caso es una mera **división por 2** siempre que usemos números sin signo (ie. la gama de números entre 0 y 255).

Pero a causa de que en algunas aplicaciones utilizamos el convenio de marcar los números negativos poniendo el bit 7 a uno (ie. la gama entre -128 y +127, hay una *instrucción adicional* de desplazamiento a derechas que se llama

SR A r - Desplazamiento derechas **aritmético** r

Como puedes ver, también es una división por 2, pero se mantiene el bit de signo.



DENTRO Y FUERA

Dentro (IN) y fuera (OUT) son tan *simples* en concepto como podría esperarse de la programación en lenguaje-máquina.

Hay veces que la CPU necesita obtener información del mundo exterior (ninguna CPU es una *isla*) tal como del teclado o del cassette.

En lo que se refiere a la CPU eso es territorio *extranjero* y como todas las buenas CPU nunca dejan su *patria*. A lo más que llegan es a *señalar* un PORTAL para dejar en él las mercancías. La CPU no sabe ni le importa saber cómo funciona un cassette. (O un *puerto* si prefieres. Port en inglés).

Toda la información que le interesa saber es *en qué portal*, el hombrecito del cassette va a dejar su mercancía (puede elegir entre 256 portales al usar la pastilla Z80; pero el número real disponible en un determinado computador es el resultado de las decisiones que han hecho los que fabricaron los circuitos). En cuanto *concierne* al Sinclair sólo están el portal del teclado, el de la impresora, y el del cassette.

- Otra cosa que la CPU no quiere saber, es *cómo se transmiten* los datos. Por lo que a ella le atañe, lo que hay en el portal es simplemente un octeto de 8 bits, que se van a *llevar a*, o que han *traído de*, algún sitio.

Tanto el teclado como el cassette, están *al otro lado* del portal numerado FEH (254 en decimal), de manera que para *meter* los datos que se tecleen, se *usa* la instrucción

```
IN  A, (FE)
```

Ahora bien, te preguntarás cómo están dispuestas *las 40 teclas del teclado y cómo están* representadas *por octetos de 8 bits.*

La respuesta, no es lo que podía esperarse. El teclado sólo *entrega* de cada vez, información de cinco teclas. Es el valor que hay en A cuando la CPU *acude al* portal, lo que determina el grupo de cinco teclas que va a ser *investigado*.

El teclado está dividido en 4 filas, cada una con 2 grupos de 5 teclas:

3 →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	←	4
2 →	Q	W	E	R	T	Q	U	I	O	P	←	5
1 →	A	S	D	F	G	H	J	K	L	N/L	←	6
0 →	SFT	Z	X	C	V	B	N	M	.	SPC	←	7

Por tanto, hay "8" grupos de 5 símbolos y es posible correlacionarlos con los "8" bits de A. De hecho, así es como se procede.

Todos los bits de A se ponen a uno, excepto el que especifica el grupo a investigar.

Puedes verlo como una *contraseña* -cuando la CPU va al portal a recoger la información, la *contraseña* determina *a qué grupo* de teclas pertenece la información que recibe.

Así, para leer las teclas del grupo "1 2 3 4 5", coloca sólo el bit 3 del acumulador al valor cero.

A = 1 1 1 1 0 1 1 1 = F7

y da la instrucción: | IN A, (FE) |

El símbolo tecleado se *recoge* en A, con la información en los bits inferiores:

ie. *tecla "1" → bit 0 de A con valor cero*
tecla "2" → bit 1 de A con valor cero

Si se hubiera escogido el grupo *número cuatro* (ie. A = EFH), la información sería:

tecla "0" → bit 0 de A con valor cero
tecla "9" → bit 1 de A con valor cero

Puedes considerar que la información llega a A primeramente, desde los *bordes exteriores* del teclado, de forma que tanto la tecla "0" como la tecla "1" corresponden al bit 0 del registro A.

En algunas aplicaciones, puedes querer que se lea *toda la fila* superior de teclas, y se puede leer con una sóla instrucción (mejor con las dos instrucciones que se precisarían si leyéramos los grupos de teclas que la componen). Se logra *engañando al portero* para que te dé dos lotes de información de una *sola pasada*:

eg. | A = 1 1 1 0 0 1 1 1 = E7 |
|---|

Observa que tanto el bit 3 como el 4 están a cero, como corresponde a los dos grupos.

- Esta *contraseña* le dice al portero que la CPU desea información de los bloques 3 y 4, y eso es *lo que recibe* a cambio. Desde luego, los dos lotes de información se *mezclan* y no puedes precisar por ejemplo, si se pulsó la tecla "0" o la tecla "1", (ya que *ambas* corresponden al bit 0 de A).

ie. *teclas 1 ó 0 → bit 0 de A con valor cero*
teclas 2 ó 9 → bit 1 de A con valor cero

(Es útil en los juegos de movimiento, porque permite que se usen las teclas "5" y "8" para dirección derecha e izquierda, incluso aunque pertenezcan a *diferentes* grupos de teclas).

Observa que si usas la instrucción

```
IN r, (C)
```

siendo el registro C el que especifica *el portal* que deseas, es el contenido del registro "B" el que define el grupo de teclas que estás investigando. (Lo que indica un buen sentido del humor...

Los *otros portales* que pueden interesarte, son obviamente los de entrada y salida hacia el *cassette*.

Como ya hemos dicho, *sigue siendo* el portal "FE". El problema mayor ahora es la temporización de los datos que *entran* y *salen;* esta clase de problema exige un *montón de experiencia* en lenguaje-máquina y *cálculos complejos* del tiempo empleado en ejecutar cada instrucción.

La instrucción OUT también se utiliza para generar sonido en el Spectrum y para establecer el color del borde de la imagen.

El manual del Spectrum, comenta la instrucción "OUT" de lenguaje BASIC, y en código máquina el comando OUT es exactamente lo mismo. En otras palabras: los bits 0, 1 y 2, definen el color del *borde;* el bit 3 envía un *impulso* hasta los enchufes MIC y EAR; mientras el bit 4, lo envía hacia el *altavoz* interno.

Para cambiar el color del borde, se ha de cargar A con el *valor* apropiado de color y luego ejecutar la instrucción OUT (FE), A. Observa que ésto es sólo un cambio TEMPORAL en el color del borde. Para cambiarlo permanentemente, debes efectuar la instrucción anterior OUT y *además* cambiar el valor de la celdilla de memoria 23624, que es la variable del sistema operativo BORDCR (véase el manual del Spectrum).

La razón está en que los circuitos del Spectrum (la pastilla ULA del Spectrum) controlan el color del borde, y que obtienen su información *guipando* el contenido de esa celdilla de memoria. Tú puedes *impedir* que los circuitos te *incordien* con el color del borde, sólo si desactivas todas las interrupciones (instrucción DI). Pero tén en cuenta que algunas de las subrutinas de la ROM, reactivan las interrupciones (instrucción EI).

Creando tu propio sonido:

Puedes crear tu propio sonido, pero hay algunas limitaciones debidas a los circuitos, cuando el usuario sólo tiene 16K de RAM.

- Para que la pantalla se esté *actualizando* constantemente, los circuitos interrumpen regularmente al Z80 para que *-dejando sus tareas* aparte, muestre lo que hay en la región de pantalla. Lo logra, colocando la línea de espera (WAIT) del procesador a valor bajo.

Como consecuencia de ésto, cualquier programa que exija una temporización exacta o regular es imposible, ya que no se puede predecir los *tiempos* de estas interrupciones. El *diseño* del Spectrum es tal, que el Z80 *sólo* es interrumpido cuando está intentando procesar información guardada en las primeras 16K de RAM. No se producen esas interrupciones si el programa o los datos que el Z80 está *accesando* corresponden a la ROM, o a la parte superior de los 32K de memoria.

Para resumir ésto en los términos de un profano: Puedes producir sonidos y ruidos utilizando el comando OUT si tienes una máquina con 16K, pero no notas puras. (Se puede soslayar ésto llamando a la rutina de pitido *(BEEP) de la ROM –véase el capítulo sobre las peculiaridades del Spectrum).*

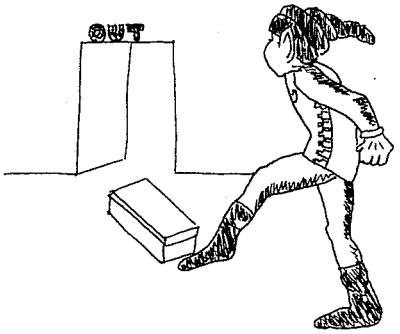
☆ Para *crear sonido*, necesitas enviar un impulso que *conecte* el altavoz (y/o el enchufe MIC si ha de ser amplificado). Luego y un poco más tarde, necesitas enviar otro impulso para *desenchufarlo*. Luego y un poco más tarde, volver a enchufar, y así sucesivamente.

El sonido se crea de *esta forma*. El tiempo transcurrido entre conectar el altavoz y la siguiente vez en que lo vuelves a conectar, es el que determina la frecuencia del sonido. La longitud del *tiempo* que dejas el impulso *puesto*, en oposición al *tiempo total* entre impulsos, puede darte un pequeño grado de *control* sobre el *volumen*.

Ten en cuenta que siempre debes usar un valor de A para conectar y desconectar tal que el color del borde permanezca constante. En caso contrario, obtendrás un tramado de bandas *similar a cuando estás cargando un programa.*

Ejercicio:

Escribe una rutina que simule una *sirena de ambulancia* (incrementando la *frecuencia* y luego decrementándola). Ten en cuenta que debes *mantener* cada *frecuencia* durante un *período corto* antes de pasar al siguiente valor de frecuencia.



REPRESENTACION BCD

BCD corresponde a Binario Codificado Decimal. Es una forma de representar información numérica en base decimal.

Para codificar cada una de las *cifras* desde el 0 hasta el 9, *sólo* necesitamos 4 bits, y las seis restantes combinaciones *no* corresponden a ninguna *cifra*.

Dado que se necesitan *cuatro bits* para codificar *una cifra decimal*, se pueden codificar en cada octeto, dos cifras decimales.

* Eso se denomina representación BCD.

eg.

00000000 →	es la representación BCD del decimal 00.
10011001 →	es la representación BCD del decimal 99.

¿Cuál es la representación BCD de 58? ¿Y de 10?

¿Es 10100000 una representación BCD válida?

ARITMETICA BCD

- Este extraño convenio de representar números, puede darnos *problemas* con la suma y la resta.

Intenta sumar lo siguiènte en decimal y en BCD.

	08	0000	1000
+	03	0000	0011
	11	0000	1011

Observa que el resultado de la segunda operación, es erróneo y es un número BCD que no es válido. Para compensar, se debe utilizar una instrucción especial, DAA -"decimal ajuste aritmètico"-, para corregir el resultado de la suma. (ie. Sumar 6 si el resultado es mayor que 9).

Otro problema se *ilustra* con el mismo ejemplo. Se generará un acarreo desde el *dígito* inferior BCD (el de la parte *derecha*) hacia el de la parte *izquierda*). Este acarreo interno también debe tomarse en cuenta para *añadirlo* al segundo dígito BCD.

El banderín de semi-acarreo H, se usa para *detectar* este acarreo.

```
LD A, 12H       ; cargar el número BCD "12"
ADD A, 24H      ; sumar el número BCD "24"
DAA             ; ajustar el resultado a valor decimal
LD (direc), A ; guardar el resultado en la memoria.
```

No es probable que uses en tus programas, representación BCD. Pero es bueno que sepas que el Z80 también permite esta representación y que la instrucción DAA hace que la *vida* de un pequeño grupo de usuarios de BCD sea *más simple*.

INTERRUPCIONES

Una interrupción es una señal enviada al microprocesador, que puede producirse en cualquier momento y que habitualmente detendrá la ejecución del programa *en curso* (sin que el programa *lo sepa*).

En el Z80 hay provistos tres mecanismos de interrupción:

- La *recuesta* (requerimiento) de los haces de datos (BUSRQ).
- La interrupción no *cancelable* (non-maskable),
- y la *interrupción* normal (INT).

Desde el punto de vista de programación, *sólo* consideramos la interrupción normal (INT) que puede ser cancelable a voluntad. *(Y los anglófilos la llaman enmascarable).*

La instrucción DI (cancelar o *deshabilitar* las interrupciones) se utiliza para *anular* la posibilidad de ser interrumpido (MASK) mientras que la EI (permitir o *habilitar* las interrupciones), vuelve a admitir que el procesador sea interrumpido.

Habitualmente, una interrupción ordinaria, hará que el contador del programa sea *apilado* sobre la pila, y luego varíe su valor al correspondiente en la página cero de la ROM mediante la instrucción RST (reanudar). Para *regresar* de la interrupción al punto anterior se precisa una instrucción RETI (retornar de la interrupción).

- Durante la operación normal, el Spectrum tiene las interrupciones *habilitadas* (EI), y de hecho, el programa se interrumpe 50 veces por segundo. Esta interrupción permite *escrutar* el teclado mediante la rutina de la ROM para ver si hay alguna tecla pulsada.

Puede que quieras *cancelar las interrupciones* en tus programas, ya que eso aumentará la velocidad de ejecución. Y todavía podrás leer el teclado si utilizas tu propia rutina para hacerlo. Pero *asegúrate* que cuando acabas con tu programa dejas las interrupciones permitidas, ya que en caso contrario el sistema no podrá leer el teclado para ver lo que deseas *mandarle*.

INSTRUCCIONES DE REANUDACION (RST)

Esta instrucción está en realidad *dejada* en el Z80 para compatibilidad con el procesador 8080. Por ello es *muy poco probable* que utilices instrucciones RST en tu programa.

- La instrucción RST, realiza las mismas acciones que una *llamada*, pero sólo permite *saltar* a una de las 8 direcciones siguientes: 00H, 08H, 10H, 18H, 20H o 38H. (Todas están dentro de las *primeras* 256 celdillas de la memoria).

La ventaja de la instrucción RST, es que podemos *acudir* a las subrutinas que son más frecuentes, mediante un solo octeto. Además la instrucción RST, tarda menos tiempo que la instrucción CALL.

> *La desventaja de la instrucción RST, es que sólo puede utilizarse para acudir a una de las* ocho *celdillas mencionadas anteriormente.*

Como todas estas celdillas pertenecen a la ROM, tú no puedes beneficiarte de esta ventaja en tus propios programas. Sin embargo, *es posible* que utilices las subrutinas de la ROM que están situadas en esa dirección *si sabes lo que hacen*, y para eso has de usar las instrucciones RST.

> *Podrás saber más acerca de las instrucciones RST con nuestro libro "Entendiendo tu Spectrum" del Dr. Ian Logan.*

PROGRAMANDO TU SPECTRUM

PLANTEANDO TU PROGRAMA EN LENGUAJE-MAQUINA

La programación en lenguaje-máquina es extremadamente flexible, ya que te permite hacer *todo de todo*.

Dado que todos los lenguajes de alto nivel, al fin y al cabo, se *traducen* al lenguaje-máquina, deducirémos que *todo* lo que puedas programar en FORTRAN, COBOL o en cualquier otro lenguaje, *puede* realizarse en lenguaje-máquina. Con el beneficio adicional que el programa en lenguaje-máquina será el más rápido de todos.

- Esta flexibilidad total puede también ser el *cepo* donde quede atrapado el programador *inconsciente*. Con tanta libertad, es posible que no se logre nada. A diferencia del sistema operativo del Spectrum, por ejemplo, no hay comprobación de si las instrucciones son legales o no.

- Y dado que todos los números que tú puedas teclear corresponden a una instrucción de una clase o de otra, la pastilla Z80 procesará todo y resultará lo que resulte.

Pero incluso y más allá de los problemas de comprobación de sintáxis, la programación en lenguaje-máquina no tiene restricciones sobre tu razonamiento -tú puedes realizar funciones, saltos, etc. que serían totalmente ilegales en cualquier lenguaje de mayor nivel.

Es, por tanto, de importancia primordial que guardes una cierta disciplina sobre tí mismo, al programar en lenguaje-máquina. No podemos *encomiar* todo lo útil que el concepto de programación "de arriba hacia abajo" es, en general, sobre todo y muy *especialmente* al usar lenguaje-máquina.

La aproximación "de arriba hacia abajo" te fuerza a desglosar el problema en unidades más pequeñas y te capacita para comprobar la lógica de tu diseño sin tener que codificar hasta que lo tienes completamente diseñado.

Suponte que quieres escribir un programa para un alunizaje:

La *primerísima* aproximación puede ser de la forma:

NORMAS	Presentar las normas a seguir. Volver a NORMAS hasta que pulsen ENTER.
DIBUJO	Dibujar el paisaje; módulo lunar arriba
BAJADA	Mover el módulo alunizador *Si combustible acabado ir a TORTAZO* *Regresar a BAJADA si no alunizaje*
LLEGADA	Dar enhorabuena Regresar a NORMAS para otra jugada
TORTAZO	Acompañarle en el sentimiento Regresar a NORMAS para otra jugada

Observa cómo este programa está escrito totalmente en "puro idioma hispano". En este momento no se ha hecho ninguna decisión de si el programa va a ser codificado en BASIC o en lenguaje-máquina. Ni es necesario hacer esa decisión. El concepto en que se basa un programa de alunizaje no depende de la codificación.

Ahora viene la parte de la comprobación de la *lógica*. Tú haces de computador y ves si todas las posibilidades que deseas están incluídas en el programa. ¿Hay algunos datos o cosas que querías incluir pero olvidaste? ¿Todo está ahí? ¿Son algunas rutinas redundantes? ¿Algunas de las cosas deberían ponerse como subrutinas?

Ojeemos de nuevo el programa. *Leñe*, olvidamos decir en qué forma acaba!

La lógica anterior puede estar bien para algunas aplicaciones, tales como *comecocos;* pero en tu programa puedes decidir que te gustaría poder terminar el juego!

Cambiamos ahora, la última parte del programa como sigue:

LLEGADA	Dar enhorabuena *Saltar a Final*
TORTAZO	Acompañarle en el sentimiento
FINAL	Preguntar si quiere acabar *Si "no", regresar a NORMAS* *Si "sí", STOP.*

Verás que hemos usado *rótulos* para indicar ciertas líneas del programa. Son muy valiosos. Tanto más, si eliges rótulos *cortos* que describan el *significado* de las acciones que se efectúan en el módulo encabezado por esa línea.

Una vez que hemos terminado con este nivel, *descendemos* un nivel más, haciendo lo mismo con cada una de las líneas o módulos anteriores. Por eso es por lo que esta forma de trabajar se denomina *aproximación* de arriba hacia abajo.

Por ejemplo, ampliémos el módulo FINAL anterior:

FINAL	Limpiar pantalla Preguntar: ¿quieres parar ahora? Explorar el teclado para aceptar respuesta Si respuesta = "sí" pués STOP Saltar a NORMAS

Otro beneficio de esta aproximación de arriba hacia abajo, es que puedes comprobar un módulo en particular, sin que esté preparado el programa completo.

Sigamos bajando un nivel más y analicémos la línea

Limpiar pantalla

En este momento, ya tenemos que decidir en qué lenguaje vamos a escribir el programa y *escojamos* el lenguaje-máquina del Sinclair.

Si lo escribiéramos en BASIC, todo lo que tendríamos que decir es:

```
900 CLS
```

pero en lenguaje-máquina, esa simple instrucción, limpiar la pantalla, puede ser *engañosa*.

Podríamos hacer algo como:

```
LIMPIAR   Buscar en la memoria el comienzo de la región de
           pantalla
          Rellenar las siguientes 6144 posiciones con blancos
```

Todavía no hemos hecho ninguna codificación, pero obviamente nos estamos basando en lenguaje-máquina. Mirémos más cuidadosamente qué es lo que exactamente significa limpiar pantalla y cómo realmente se hace.

- Recordarás del manual del Spectrum, que la pantalla está compuesta de 6144 posiciones y que hay 768 celdillas más, que describen los atributos de la pantalla -color del papel, color de la tinta, etc.

Las dos frases anteriores, desde luego que limpiarán la región de pantalla, pero no tendrá ningún efecto sobre la región de atributos. Puede que no toda la pantalla tuviera el mismo color de papel o que algunas posiciones tuvieran puesta la condición de parpadeo o de brillante, y entonces la rutina anterior de limpiar pantalla es claramente *incompleta*.

Necesitamos también, manejar la región de atributos (date cuenta como ciertas tareas se complican en lenguaje-máquina con relación a BASIC).

Necesitamos por tanto, ampliar el programa para que diga:

Encontrar el comienzo de la región de pantalla
Rellenar los siguientes 6144 octetos con blancos
Encontrar el comienzo de la región de atributos
Rellenar los siguientes 768 octetos con el papel/tinta deseados.

Si bajamos al siguiente *nivel*, es en el que finalmente hacemos la codificación, así que, veámos cómo rellenamos la pantalla con blancos:

```
LIMPIAR   LD HL, PANTALLA   ;  Comienzo de pantalla
          LD BC, 6144       ;  Octetos a blanquear
          LD D, 0           ;  D = blancos
LAZO      LD (HL), D        ;  Llenar con blanco
          INC HL            ;  Siguiente celdilla
          DEC BC            ;  Disminuir cuenta
          LD A, B
          OR C              ;  Comprobar si BC = 0
          JR NZ, LAZO       ;  Repetir si no terminado.
```


Un programa de esta longitud, puede manejarse bastante *fácilmente* y de esta forma *construir* programas realmente muy *complejos*.

A propósito, no creo que te quede duda ahora, en entender por qué los programas en lenguaje-máquina tienden a ser tan largos y por qué la gente inventó los lenguajes de alto nivel.

EJERCICIOS

Hay más de una forma de escribir una determinada rutina, así es que revisémos la que hemos escrito para limpiar la pantalla. Se puede abordar desde varias aproximaciones diferentes.

Ejercicio 1:

¿Puedes pensar una forma que haga que el lazo *blanquee* 6144 posiciones sin usar el registro BC, sino usando sólo el registro B de manera que nos sirva la instrucción DJNZ?

Ejercicio 2:

Piensa un poco sobre lo que LDIR hace: ¡no siempre es necesario tener en otro lugar 6144 posiciones en blanco!

Respuestas:

Más de una posible respuesta puede ser correcta -la única comprobación es que *funcione*. En otras palabras, que hace lo que tú quieres.

Usando DJNZ:

```
LIMPIAR     LD HL, PANTALLA
            LD A, 0
            LD B, 24            ; Poner B = 24
LAZOMAYOR   PUSH BC             ; Guardar el valor
            LD B, A             ; Poner B = 256
LAZOMENOR   LD (HL), A          ;
            INC HL              ; Rellenar 256 posiciones
            DJNZ LAZOMENOR
            POP BC              ; Recuperar el valor de B
            DJNZ LAZOMAYOR      ; Repetir hasta terminar
```

Hemos repetido 24 *veces* 256 (= 6154) para limpiar la pantalla.

Los puntos *a tener en cuenta* son:

Podemos hacer B = 0 para recorrer el lazo DJNZ 256 veces. ¿Por qué? No usaríamos normalmente este procedimiento en un programa; a no ser que estuviéramos empleando el registro C con otros fines.

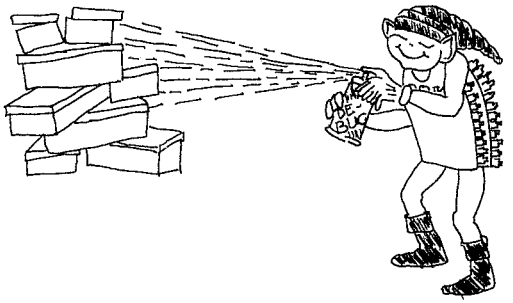
Usando LDIR:

```
LIMPIAR   LD HL, PANTALLA      ; origen
          PUSH HL
          POP DE
          INC DE               ; DEST = HL + 1
          LD BC, 6144          ; Cuántos
          LD (HL), 0           ; 1 posición = 0
          LDIR                 ; Mudarlo.
```

Observa que hemos hallado DE = HL + 1 haciendo DE = HL e incrementando DE. Puede lograrse más fácilmente, cargando en DE directamente el valor de pantalla + 1, pero ¡eso requiere un octeto más*!*

La razón por la que ésta LDIR funciona, es porque, de hecho, los datos están sobreescribiendo el bloque, a medida que va avanzando. Es usar de manera *positiva* el problema que comentábamos en el capítulo de movimiento de bloques.

- Si calculáras la memoria que requieren; el primer método daría 14 octetos, el segundo 16 octetos y el último 13 octetos.



Ya es hora que echémos una ojeada sobre aquellas peculiaridades *de tu ZX Spectrum, que son útiles cuando se desarrollan programas en lenguaje-máquina.*

Entrada-Teclado

En lo que concierne al Spectrum como entradas, despreciaremos la entrada del cassette y nos concentraremos en la del teclado.

El teclado es la única entrada que *provee* comunicación en tiempo real. Puede afectar dinámicamente el procesado de cualquier programa, ya sea del sistema operativo en la ROM o del programa de usuario en la RAM.

Podemos *ver* el teclado como una matriz bidimensional con 8 filas y 5 columnas (como en el apéndice A).

Cada uno de los 40 *cruces* representa una tecla del teclado. En su estado normal (cuando no están presionadas), están siempre con un *humor* alto, ie. la intersección se pone a 1.

- Cuando se pulsa una tecla en particular, la intersección correspondiente a esa tecla se coloca en un *humor* bajo, es decir, se pone a cero. Sabiendo la relación entre el teclado y esta representación matricial interna, podemos deducir una forma racional de comprobar la tecla que está pulsada, usando un programa en lenguaje-máquina.

  - En BASIC, cuando exploramos el teclado, necesitamos suministrar una dirección para esa determinada semifila del teclado en que la tecla buscada *reside*, antes de usar la función IN como se describe en el manual del Spectrum. Igualmente, en un programa en lenguaje-máquina, necesitamos cargar en el acumulador un valor que corresponda con la dirección de la semifila de teclas que queremos examinar. El valor *requerido* para cada semifila está numerado en la columna *izquierda* de la tabla del apéndice A.

Por ejemplo, para la semifila "H - ENTER" cargamos A con el valor de BFH

```
LD A, BFH
```

El valor en A, se usará luego para recabar el octeto que contiene el estado de esa particular semifila de teclas, y entregarlo al acumulador cuando se dicta la instrucción INput.

eg. el portal usado es el portal FEH

```
IN A, (FEH)
```

Dado que por cada semifila hay cinco *teclas, sólo nos incumben los* cinco *bits de orden inferior del octeto que hay en el acumulador.*

Si en esa semifila no hay ninguna tecla pulsada, el valor de los 5 bits de menor orden será (2**4 + 2**3 + 2**2 + 2**1 + 2**0 ie. 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 31).

registro A = xxx11111	*cuando no se pulsa ninguna tecla.*

Si queremos comprobar si el bit extremo derecho se ha *pulsado*, miraremos a ver si ese bit está *bajo*.

Hay dos formas de examinar eso:

i. *utilizar las instrucciones de comprobación de bits, eg BIT 0, A si el bit está bajo (off) entonces el* banderín de cero *estará alzado.*

ii. *utilizar la instrucción lógica de* iliación *(en este ejemplo: AND 1) si el bit está bajo (off) el resultado será cero y el* banderín de cero *estará alzado.*

El primer método es más fácil porque especificamos directamente en la instrucción de comprobación de bits el bit particular que queremos. Pero tiene una desventaja si queremos comprobar dos teclas de esa semifila, necesitarémos usar dos instrucciones y posiblemente dos saltos relativos.

eg. para comprobar el bit cero y el bit uno con el primer *método*.

```
        BIT 0, A        ; comprobar el bit 0 de A
        JR Z, NOTECLA   ; saltar si no se ha pulsado
        BIT 1, A        ; comprobar el bit 1 de A
        JR Z, NOTECLA   ; saltar si no se ha pulsado
           .
           .
        hacer lo que corresponda cuando ambas estás pulsadas
           .
NOPULSO hacer lo que corresponda cuando no están pulsadas ambas
        .
        .
```

El segundo método de comprobación utilizando la iliación requiere un poco más de *lógica*. Para comprobar el bit 0 usamos AND 1; para comprobar el bit 1 usamos AND 2; para comprobar el bit 2 usamos AND 4 y así sucesivamente.

Para comprobar dos teclas simultáneamente, usarémos AND x, siendo "x" la *suma* de los valores que usaríamos al comprobar cada tecla individualmente.

eg. Para comprobar *ambos*, el bit cero y el bit uno de A.

```
        AND 3           ; elegir el bit 0 y el bit 1
        CP 3            ; comprobar si ambos están alzados
        JR NZ, NAMBOS   ; saltar si ambos no están pulsados
        .
        .
```

Para comprobar si *bien* el bit cero, *o bien* el bit uno están puestos:

```
AND 3           ; elige el bit 0 y el bit 1
JR Z, NINGUNO   ; salta si ninguno está pulsado
.
.
```

Ejercicio:

Para *resumir* lo que hemos aprendido en relación con el teclado, puedes codificar una rutina en lenguaje-máquina que *atrape* la pulsación en tu Spectrum de la tecla ENTER.

Necesitarás hacer lo siguiente:

a. *mirar la dirección de la* semifila *que necesita cargarse en A.*
b. *enviarla al* portal *de entrada FEH.*
c. *comprobar que es el* bit *que queda* alzado *al pulsar la tecla ENTER.*

La pantalla de video es la principal *fuente* de salida que tiene el computador para *comunicarse* con el usuario.

El siguiente programa en lenguaje-máquina, muestra la forma en que está organizada la zona de memoria que guarda relación con la pantalla:

```
210040      LD HL, 4000H      ; cargar HL con el comienzo de la memoria
                                de pantalla
36FF        LD (HL), FFH      ; llenar de unos esa celdilla
110140      LD DE, 4001H      ; cargar DE con el siguiente octeto de la
                                memoria de pantalla
010100      LD BC, 1          ; BC contiene el número de octetos a
                                transferir
EDB0        LDIR              ; mover un bloque de longitud igual a BC
                                desde (HL) hasta (DE)
C9          RET               ; regresar a BASIC
```

Carga este programa en tu Spectrum y *rúlalo*. La forma en que lo hemos escrito hace que *sólo* se transfiera un octeto desde (HL) a (DE).

Ahora *cambia* la cuarta línea para que sea LD BC, 31 (011F00). Puede que te sorprendas al ver los primeros 32 octetos de la pantalla. Verás como se ha dibujado una línea *muy delgada* a lo largo del borde superior de la pantalla. Los primeros 32 octetos de la zona de memoria correspondiente a la pantalla guardan relación con el primer octeto de cada uno de los primeros 32 caractéres.

- Ahora *cambia* esa línea para que sea LD BC, 255 (01FF00). Puede que te sorprendas de nuevo. El siguiente octeto después del 32-ésimo no está en la segunda fila de *motas* de la pantalla; es el primer octeto del 32-ésimo carácter! Y así sigue hasta el 256-ésimo carácter.

¿Estás preparado para predecir dónde irá el siguiente octeto? Cambia esa línea a LD BC, 2047 (01FF07) y rula el programa. Verás que el tercio superior *de la pantalla es el único que se ha llenado.*

Experimenta con eso, utilizando diferentes valores para BC hasta que sea LD LD BC, 6143 (01FF17). De esa forma, verás la manera en que el Spectrum organiza la pantalla.

i. Memoria 4000H - 47FFH	primeras ocho líneas
ii. Memoria 4800H - 4FFFH	segundas ocho líneas
iii. Memoria 5000H - 57FFH	terceras ocho líneas

No sólo eso, sino recordarás que cada carácter en un Spectrum se compone de 8 octetos lo que hace 64 motas.

eg. Para el signo "!", su representación es

0	00000000	0H
16	00010000	10H
16	00010000	10H
16	00010000	10H
16	00010000	10H
0	00000000	0H
16	00010000	10H
0	00000000	0H

La organización de la memoria de pantalla del Spectrum es tal, que los primeros 256 octetos, (desde 4000H hasta 40FFH) corresponden al primer octeto de cada uno de los 256 símbolos de 8 octetos, que hay en las primeras ocho líneas. Luego los siguientes 256 octetos (desde la celdilla 4100H hasta 41FFH) corresponden al segundo octeto de cada uno de los 256 símbolos de 8 octetos de las primeras ocho líneas; y así sigue.

Así, las *ocho* celdillas de memoria que corresponden al *primer* símbolo de la primera línea de la pantalla son

Primer octeto	4000H
Segundo octeto	4100H
Tercer octeto	4200H
Cuarto octeto	4300H
Quinto octeto	4400H
Sexto octeto	4500H
Séptimo octeto	4600H
Octavo octeto	4700H

Extraño, ¿verdad?. Pero tenemos que *admirar* del Spectrum la forma en que lo han construido.

¿Podrías escribir los ocho octetos *que corresponden al 31-ésimo* carácter *de la tercera línea de la pantalla? Puedes acudir al apéndice B, que es un mapa de la memoria de pantalla.*

Solución: 405EH, 415EH, 425EH, ..., 475EH.

Para seguir con el concepto que hemos desarrollado sobre la memoria de pantalla, la celdilla de memoria que corresponde al primer carácter del segundo *trozo* de 8 líneas es:

4800H, 4900H, 4A00H, 4B00H, 4C00H, 4D00H, 4E00H, 4F00H.

De igual manera, el primer carácter del tercer *lote* de 8 líneas tiene sus 8 octetos en las celdillas de memoria:

5000H, 5100H, 5200H, 5300H, 5400H, 5500H, 5600H, 5700H.

Sin embargo, hay algunas *ventajas* en usar lenguaje-máquina. Y las complejidades aparentes *merecen* ser superadas. Como ejemplo *trivial*, en BASIC, si intentas exponer (PRINT) en la sección de entrada de la pantalla -las dos últimas líneas-

el sistema operativo *protestará* de lo más violentamente. Pero en lenguaje-máquina tienes *accesibilidad total* a toda la pantalla, incluyendo esas dos líneas.

Si observas minuciosamente la organización de la memoria de pantalla, verás que el octeto de mayor orden de la dirección de una celdilla, determina en cual de los tres trozos de pantalla saldrá el contenido de esa celdilla.

Por ejemplo, si está entre 40H y 41H saldrá en el primer trozo de ocho líneas
si está entre 48H y 49H saldrá en el segundo trozo de ocho líneas
si está entre 50H y 51H saldrá en el tercer trozo de ocho líneas

- No sólo eso, los tres bits de menor orden del octeto de mayor orden (HOB) determina a qué octeto pertenece, de los ocho que todo carácter tiene en forma gráfica.

  ○ *¿Se está volviendo todo un completo galimatías?* Vete al apéndice B e intenta observar la relación entre las direcciones de la memoria y las posiciones en la pantalla *(¿ves alguna?)*.

Intentemos el siguiente ejemplo. Supongamos que nos dan la *dirección* 4A36H.

El HOB (alto-orden-octeto) de esa dirección es 4AH. Así que:

i. *sabemos que esa dirección pertenece a la memoria de pantalla, ya que su valor está entre 40H y 58H.*

ii. *su representación binaria es 01001010*

iii. *por los tres bits inferiores sabemos que pertenece al tercer octeto de una posición en la pantalla*

iv. *si hacemos los tres bits inferiores a cero, el valor del HOB sería 48H. Por lo que sabemos, pertenece al segundo trozo de 8 líneas ie. la parte mediana de la pantalla.*

La conclusión a la que llegamos es que el octeto dado se refiere al tercero de un carácter en la parte mediana de la memoria de pantalla.

○ *¿A qué carácter de la parte mediana pertenece ese octeto?* Para contestar esta cuestión, necesitamos analizar el valor del octeto de orden bajo (LOB) de la dirección.

Sabemos que el LOB de la dirección es 36H. Así que esa dirección se refiere al carácter 36H (3 x 16 + 6) que es la posición 54-*ésima* a partir del primer carácter del trozo del medio.

- Dado que cada línea tiene 32 caractéres, la posición mencionada está en la segunda línea y es el (54 - 32 + 1)-ésimo carácter de esa línea.

Concluyendo.

El octeto dado es el tercer octeto del 23-ésimo carácter de la décima línea a partir del comienzo de la pantalla.

Ejercicio:

¿Cuál es el octeto y a qué carácter corresponde, si la dirección de la celdilla es 564FH?

Ejercicio:

¿Puedes escribir una subrutina que exponga el signo de exclamación en la pantalla?

✶ *(Los octetos que forman este carácter, ya han sido dados anteriormente).*

Salida - Atributos de la pantalla de video

La memoria de atributos es más fácil de comprender que la memoria de pantalla porque guarda una relación *uno a uno* con posibles posiciones en la pantalla.

La zona de atributos está *situada* en la memoria desde la dirección 5800H hasta la 5AFFH. Son 768 octetos que corresponden a las 24 líneas de 32 caractéres. En otras palabras, hay un octeto de atributos por cada posición de carácter en la pantalla.

- Así, 5800H *corresponde* a los atributos del primer carácter de la primera línea, 5801H al segundo carácter, 5802H al tercero, ..., 581FH al 32-ésimo carácter de la primera línea.
  - De igual manera, 5820H *contiene* el atributo del primer carácter de la segunda línea, 5840H el de la tercera línea, ... y 5AE0H el de la última línea de la pantalla.

Sabemos que por cada posición de carácter en la pantalla, hay un octeto de atributos en la memoria de atributos, formado de la manera siguiente:

octeto de atributos		b b bbb bbb
bit 0 - 2	→	*representa el color de la tinta del carácter (del 0 al 7).*
bit 3 - 5	→	*representa el color del papel del carácter (del 0 al 7).*
bit 6	→	*brillante si es 1, normal si es 0.*
bit 7	→	*parpadeando si es 1, normal si es 0.*

Ejercicio:

¿Cuál es la dirección del octeto de atributos que corresponde al primer octeto de la parte mediana de la pantalla? ¿Cuál es la dirección del primer octeto de la tercera parte?

Verémos la respuesta en la siguiente página, pero intenta sacarlas por tí mismo.

Ejercicio:

¿Puedes escribir una subrutina que convierte una determinada dirección de pantalla a su correspondiente dirección de atributo?

eg. 4529H

De hecho, debes determinar a qué carácter de la pantalla pertenece y luego sumarlo a 5800H.

El siguiente programa te muestra un método de lograrlo:

```
LD HL, 4529H     ;    cargar la dirección dada en HL
LD A, H          ;    cargar el octeto de mayor orden en A.
AND 18H          ;    elegir sólo los bits 3 y 4; para hallar a
                 ;     qué porción de la pantalla pertenece
SRA A            ;    desplazar a la derecha el acumulador
SRA A            ;     3 veces - ie. divide por 8. El resultado
SRA A            ;     puede ser 0, 1 ó 2, dependiendo de si H
                 ;     fue 40H, 48H ó 58H.
ADD A, 58H       ;    pasar a memoria de atributos
LD H, A          ;    H contiene la dirección del atributo.
                 ;     ie.  H = 58H, 59H ó 60H
                 ;     L sigue siendo el mismo
```

Puede que necesites pensar un *ratillo* sobre ésto!

La forma en que el programa trabaja está relacionada con la respuesta al primer ejercicio:

1er. carácter de la primera sección de pantalla = 4000H Dirección atributo = 5000H
1er. carácter de la segunda sección de pantalla = 4800H Dirección atributo = 5900H
1er. carácter de la tercera sección de pantalla = 5000H Dirección atributo = 5A00H

2º carácter de la primera sección de pantalla = 4801H Dirección atributo = 5801H

etc...

etc...

Esto debiera hacer que las cosas estuvieran un poco más claras!

Salida - Sonido

Otra de las comunicaciones en tiempo real que tu Spectrum ofrece, es el sonido.

Sería una pena si no hiciéramos un uso completo de esa facilidad.

En lenguaje-máquina hay *dos formas* principales de generar sonido:

i. enviando señales al portal de salida hacia la cassette (254), *durante* un cierto tiempo, usando la instrucción OUT.
eg. OUT (FEH), A

ii. poniendo HL y DE a determinados valores, y *llamando* a la rutina de la ROM que genera sonido.

Los parámetros de entrada son:

DE - duración en segundos * frecuencia
HL - (437.500 / frecuencia) - 30,125.

Luego

```
CALL    03B5H
```

La primera forma de generación de sonido tiene la ventaja de que es independiente de las llamadas a la ROM. Es *más corta* en términos de tiempo de ejecutar, pero... siempre hay un PERO!

- Dado que la ULA está *"accesando"* constantemente los primeros 16K de RAM para sacar la imagen en la pantalla, tu porgrama -si reside dentro de los primeros 16K-, se verá a menudo, temporalmente interrumpido.

Si el programa está generando sonido, el sonido será en ráfagas de duración impredecibles. Una *solución* es mover la parte del programa que genera sonido, a una *región* superior de la memoria (si tienes una máquina con 48K). Si no la tienes, aún puedes generar sonido con este método pero no será un *sonido puro*. Tendrás que utilizar el segundo método (llamar a la rutina en la ROM).

Como enviamos valores al *portal* 254 de salida, eso afectará al color del borde, y activará el micrófono, así como el altavoz, en función del valor que enviémos. Consulta el capítulo 23 de tu *manual de usuario* del Spectrum. Por otro lado, la rutina en ROM que genera sonido te permite utilizar el *comando* BEEP desde tu programa en lenguaje-máquina. Puedes pensar que la pareja de registros DE contiene el valor de la duración del sonido y HL el valor de la frecuencia. Haz *ensayos* con diferentes valores de HL y DE hasta que obtengas el sonido que deseas.

La limitación de este método, estriba en que estás restringido a los sonidos que puedas crear con el comando BEEP.

INTRODUCIENDO AL MONITOR DE RUTINAS EN LENGUAJE-MAQUINA

Programa Monitor

Es un programa que *ayuda* a la realización de **rutinas** en lenguaje-máquina permitiéndote:

i. teclear tu rutina en lenguaje-máquina, bien completamente **ensamblada**, bien **semi-ensamblada** (con todos los *saltos* relativos y absolutos expresados como números de línea del programa).

ii. listar la **rutina fuente** que hayas escrito.

iii. *volcar* la rutina en lenguaje-máquina en la memoria y a partir de una determinada dirección.

iv. examinar una serie de celdillas de memoria, para comprobar su contenido.

v. guardar en cassette la **rutina fuente**, tal como lo has tecleado o bien el programa ya en formato de **código máquina**.

vi. cargar la **rutina fuente** guardada en el cassette.

vii. ejecutar la rutina en **código máquina**.

PREREQUISITOS del programa

Antes de usar este programa **monitor** para preparar rutinas en lenguaje-máquina, debes ensamblar *a mano* tu rutina fuente. No necesitas calcular los **destinos** de los saltos, sean relativos o absolutos!!!

Tu rutina fuente **no** debe ocupar **más** de 800 octetos **ni** tener **más** de 200 instrucciones.

> **No** *puedes cargar tu rutina por* **debajo** *de la dirección 31499, con el fin de no borrar parte del programa monitor.*

CONCEPTO del programa

El concepto que **subyace** en este programa, es permitirte tratar las instrucciones en lenguaje-máquina como líneas numeradas, de manera muy similar a un programa en BASIC.

Cada línea de tu **rutina fuente** (es el nombre que damos a las *líneas* de tu programa en código máquina) tiene un número de línea y hasta **cuatro** octetos de código máquina.

Un beneficio importante es la capacidad para *revisar* cualquier línea. La rutina fuente puede *guardarse* separadamente en cinta, permitiéndote que lo hagas a medida que progresas en el desarrollo del programa. Otra innovación de éste es la capacidad para insertar *saltos* relativos o absolutos, sin tener que calcular la dirección destino del salto, sino simplemente citando el número de línea al que deseas saltar.

> *Esto significa que pueden hacerse cambios sin problemas, incluso dentro del ámbito de un salto relativo.*

El código máquina de tu rutina fuente, se *trasvasa* a la memoria mediante el comando de vuelco (DUMP); el código máquina resultante también puede guardarse (SAVE) en la memoria.

Resumen de instrucciones

Observa que la primera pregunta que el programa te hace es

"Loading address" *(Dirección de carga).*

Es la dirección donde quieres comenzar a cargar tu rutina en código máquina. Y no puede ser inferior a 31500.

**** Tecleando el programa ****

i. Para teclear las líneas de la rutina fuente:

(número de línea) (blanco) (hasta cuatro octetos en hexadecimal) y luego ENTER.

eg. 1 210040 meterá la instrucción LD HL, 4000H como línea con número 1.

ii. Para revisar una línea:

(número de línea) (blanco) (tecleas los nuevos octetos) (ENTER)

eg. 1 230140 cambiará la línea de número 1 para que sea LD HL, 4001H

iii. para elimirar una línea:

(número de línea) (ENTER)

eg. 1 (ENTER) elimina la línea con número 1.

iv. para escribir un salto relativo o absoluto:

(número de línea) (blanco) (instrucción de salto) ("1") (número de línea) (ENTER)

eg. 1 C312 representa la instrucción JP a la línea 2
2 1811 representa la instrucción JR a la línea 1

****** COMANDOS ******

i. dump (VOLCAR)

- *vuelca en la memoria, el código máquina de tu listado, a partir de la dirección de carga que hayas especificado.*
- *debe hacerse antes de rular tu programa.*

abreviatura: du

ii. exit (SALIR)

- *sales del monitor de rutinas y vuelves al BASIC*

abreviatura: ex

iii. list (LISTAR)

- *lista las primeras 22 instrucciones de tu rutina fuente.*
- *pulsa cualquier tecla excepto "m" y "break" para continuar listando la rutina.*

abreviatura: li

list# (LISTAR)

- *lista 22 líneas de tu rutina fuente a partir de la línea con número # (que debe estar entre 1 y 200 inclusive).*

abreviatura: NO TIENE ABREVIATURA

iv. load (CARGAR)

- *carga tu rutina fuente desde el cassette, sustituyendo a la rutina que hubiera en memoria.*

abreviatura: lo

v. mem (MEMORIA)

pregunta: "Starting address" (Dirección de comienzo)

- *teclea la dirección de memoria a partir de la que deseas comenzar a examinar la memoria.*
- *puede ser desde 0 a 32767 para un Spectrum con 16K, o desde 0 a 65535 para uno con 48K.*
- *pulsa "m" para dejar de examinar la memoria.*

abreviatura: me

vi. new (NUEVO)

⊛ *limpia la rutina que haya en memoria y sigue con el monitor*

⊛ *es útil cuando deseas comenzar a codificar otro nuevo programa.*

abreviatura: ne

vii. run (RULAR)

⊛ *rula tu rutina en lenguaje-máquina, a partir de la dirección de carga que especificaste cuando empezaste con el monitor de rutinas, o cuando cargaste una nueva rutina fuente.*

abreviatura: ru

viii. save (GUARDAR)

⊛ *guarda en el cassette tu rutina fuente, o ya traducida a código máquina.*

Pregunta: "enter name" (meter nombre)
y le contestas con el nombre que vas a usar para el programa.

Pregunta: "source or Machine code" (s or m)
pulsas "s" para guardar la rutina fuente (source);
pulsas "m" para guardar el código máquina (machine).
Preparas el cassette y pulsas cualquier tecla, asegurándote que los terminales del cassette están adecuadamente conectados.

abreviatura: sa

OBSERVACIONES

1. Si no quieres que después de *rular* el programa te entregue el resultado del registro BC, cambia la línea 3090 a:

3090 IF k$ = "ru" THEN LET L = USR R

2. Para *reiniciar* el monitor de rutinas:

bien usar RUN con lo que todas las variables volverán a inicializarse o bien usa GOTO 2020 que te mostrará la pregunta COMMAND OR LINE (###):"

3. Todos los datos **numéricos** que teclees excepto las instrucciones en código máquina tienen que estar en formato **decimal**.

4. Para que puedas *insertar* líneas adicionales en un programa, es bueno que las vayas numerando a saltos.

ie. en lugar de dar los números de líneas como 1, 2, 3, etc. dalos como 1, 5, 10, etc. Eso te hará más flexible el tecleo de la rutina.

EJERCICIO sobre el monitor de rutinas

Mete los siguientes códigos.

```
210040          LD HL, 4000H      ; llena la pantalla
110140          LD DE, 4001H
01FF17          LD BC, 6143
3EFF            LD A,  0FFH
77              LD (HL), A
EDB0            LDIR
3E7F     LAZO:  LD A, 7FH         ; cepo para la tecla BREAK
DBFE            IN A, (0FEH)
E601            AND 1
20F8            JR NZ, LAZO
C9              RET
```

para meter este programa, teclea usando el monitor:

```
(RUN)
    Dirección de carga: 31500 (ENTER)
    Comando o Línea (###):  1  210040 (ENTER)
    Comando o Línea (###):  5  110140 (ENTER)
    Comando o Línea (###): 10  01ff17 (ENTER)
    Comando o Línea (###): 15  3eff   (ENTER)
    Comando o Línea (###): 20  77     (ENTER)
    Comando o Línea (###): 25  edb0   (ENTER)
    Comando o Línea (###): 30  3e7f   (ENTER)
    Comando o Línea (###): 35  dbfe   (ENTER)
    Comando o Línea (###): 40  e601   (ENTER)
    Comando o Línea (###): 45  20130  (ENTER)
```

(Esto es "20" luego "*ℓ*", luego "30". En otras palabras JR NZ, *línea* 30).

```
    Comando o Línea (###): 50 c9 (ENTER)
    Comando o Línea (###): list (ENTER)
    Comando o Línea (###): dump (ENTER)
    Comando o Línea (###): mem  (ENTER
```

Dirección de comienzo: 31500 (ENTER)

m *(es la tecla para dejar de examinar la memoria).*

```
Comando o Línea (###): run (ENTER)
                       (BREAK)
```

✶ Observa que sí debe haber un blanco después del número de línea.

```
  100 REM máquina
  110 REM monitor_de_código
  120 GO TO 9000
  130 DEF FN d(s$) = (s$ > "9") * (CODE s$-55)
        +(s$ <= "9") * (CODE s$-48) - (s$ > "Ł") * 32
  140 DEF FN o(o$) = ((O$ = "ca")+(O$ ="da")
        +(O$ = "ea")+(O$ = "fa")+(O$ = "c2")
        +(O$ = "d2")+(O$ = "e2")+(O$ = "f2")
        +(O$ = "c3"))-((O$ = "38")+(O$ = "30")
        +(O$ = "28")+(O$ = "20")+(O$ = "18")
        +(O$ = "10"))
 1000 REM
 1010 REM INV rutina_de_impresora IRU
 1020 CLS : PRINT AT ze,24; INVERSE on; FLASH on; "listando"
 1030 LET F = ze : PRINT AT ze, ze;
 1040 FOR J = pl1 TO pl2
 1050 IF C$(J, on) = "__" THEN GO TO 1110
 1060 PRINT TAB tr- LEN STR$ J; J; TAB fr; "_";
 1070 IF C$(J, tw, on TO on) = "1"
        THEN PRINT C$(J, on)+"_"+C$(J, tw)+C$(J, tr)
      : GO TO 1090
 1080 PRINT C$(J, on);"-";C$(J, tw);"-"
           ;C$(J, tr);"-";C$(J, fr)
 1090 LET F = F+on
 1100 IF F = 22 THEN GO TO 1120
 1110 NEXT J
 1120 PRINT AT ze, 24; "________"
 1130 RETURN
 2000 REM
 2010 REM INV rutina_principal IRU
 2020 INPUT "Comando_o_Línea(###) :_"; A$
 2030 IF A$( TO fr) = "____" THEN GO TO mr
 2040 IF A$(on) > "9" THEN GO TO 3000
 2050 LET k$ = "" : FOR K = on TO fr
 2060 IF A$(K TO K) = "_" THEN GO TO 2090
 2070 LET k$ = k$+A$(K TO K)
 2080 NEXT K
 2090 IF K = 5 OR VAL k$ = ze OR VAL k$ > ln
        THEN GO TO mr
 2100 LET J = VAL k$ : LET n = J
      : REM número_de_línea_es_3_octetos
 2110 LET A$ = A$(K+on TO)
 2120 LET k$ = ""
 2130 FOR K = on TO LEN A$
 2140 IF A$(K TO K) <> "_"
        THEN LET k$ = k$+A$(K TO K)
 2150 NEXT K
 2160 LET A$ = k$
 2162 IF A$(on) = "1" THEN GO TO mr
```

```
2170 CLS : FOR I = on TO 7 STEP tw
2180 LET K = INT (I/tw+on)
2190 LET C$(J, K) = A$(I TO I+on)
2200 NEXT I
2210 IF C$(n, on) = "__" THEN GO TO 2250
2220 IF n < TP THEN LET TP = n
2230 IF n > BP THEN LET BP = n
2240 GO TO 2320
2250 IF n <> BP THEN GO TO 2280
2260 IF BP = on OR C$(BP, on) <> "__"
     THEN GO TO 2320
2270 LET BP = BP-on : GO TO 2260
2280 IF n <> TP THEN GO TO 2320
2290 IF C$(TP, on) <> "__" THEN GO TO 2320
2300 IF TP <> BP AND TP <> ln THEN LET TP = TP+on
     : GO TO 2290
2310 LET TP = on
2320 LET pp = n
2330 IF n < TP THEN LET pp = TP : GO TO 2380
2340 LET numlp = ze
2350 IF pp = TP OR numlp = 11 THEN GO TO 2380
2360 IF C$(pp, on) <> "__"
     THEN LET numlp = numlp+on
2370 LET pp = pp-on : GO TO 2350
2380 LET pl1 = pp : LET pl2 = BP
2390 GO SUB 1000
     : REM saca_un_bloque_de_lfneas
2400 GO TO mr
3000 REM
3010 REM INV Comandos*************** IRU
3020 LET k$ = A$( TO tw)
3030 IF k$ = "du" THEN GO TO 5000
3040 IF k$ = "ex" THEN STOP
3050 IF k$ = "li" THEN GO TO 4000
3060 IF k$ = "lo" THEN GO TO 7000
3070 IF k$ = "me" THEN GO TO 6000
3080 IF k$ = "ne" THEN RUN
3090 IF k$ = "ru" THEN PRINT USR R
3100 IF k$ = "sa" THEN GO TO 8000
3110 GO TO mr
4000 REM
4010 REM INV Rutina_de_listado****** IRU
4020 LET pl1 = TP : LET pl2 = BP
4030 LET n1 = CODE A$(6 TO 6)
4040 IF LEN A$ > fr AND n1 > 47 AND n1 < 58
     THEN LET pl1 = VAL A$(5 TO 8)
4050 GO SUB 1000
4060 GO TO mr
5000 REM
5010 REM INV rutina_de_volcado****** IRU
5020 CLS : PRINT AT ze, 24; INK on; INVERSE on
     ; FLASH on; "VOLCANDO" : LET G = R
```

```
5030 PRINT AT on, ze;
5040 FOR J = TP TO BP
5050 IF C$(J, on) = "__" THEN GO TO 5470
5060 IF C$(J, tw, on TO on) <> "1" THEN GO TO 5380
5070 POKE G, ze : POKE G+on, ze : POKE G+tw, ze
     : POKE G+tr, ze
5080 LET j1 = VAL (C$(J, tw, tw TO tw)+C$(J, tr))
5090 PRINT TAB tr- LEN STR$ J; INVERSE on; J
        ; TAB fr; INVERSE ze; "_"
        ; C$(J, on)+"_"+C$(J, tw)+C$(J, tr)
        ; " = > ";
5100 IF j1 < ze OR j1 > ln THEN GO TO 5460
5110 LET CJ = FN O(C$(J, on))
5120 PRINT TAB 17- LEN STR$ j1; INVERSE on; j1
        ; TAB 18; INVERSE ze; "_"; C$(j1, on)
        ; "_"; C$(j1, tw); "_"; C$(j1, tr); "_"
        ; C$(j1, fr);
5130 IF ABS CJ <> on THEN GO TO 5460
5140 LET dd = (j1 > J)-(j1 < J)
5150 LET ja = G : LET dp = ze
5160 IF j1 = J THEN GO TO 5270
5170 LET c1 = J+dd
5180 LET n1 = ze : IF C$(c1, on) = "__"
        THEN GO TO 5220
5190 IF C$(c1, tw, on TO on) <> "1"
        THEN LET n1 = on+(C$(c1, tw) <> "__")
             +(C$(c1, tr) <> "__")
             +(C$(c1, fr) <> "__")
     : GO TO 5220
5200 LET TJ = FN o(C$(c1, on))
5210 LET n1 = (TJ = on)*tr+(TJ = -on)*tw
5220 IF c1 = j1 AND dd > ze THEN GO TO 5270
5230 LET dp = dp+n1
5240 IF c1 = j1 THEN GO TO 5270
5250 LET c1 = c1+dd
5260 GO TO 5180
5270 IF CJ = on THEN LET ja = ja+dd*dp+(dd > ze)*tr
     : GO TO 5310
5280 IF dd > ze THEN LET dp = dp+2
5290 IF dp > 126 AND dd < ze THEN GO TO 5460
5300 IF dp > 129 AND dd > ze THEN GO TO 5460
5310 LET V = 16* FN d(C$(J, on, on TO on))
     + FN d(C$(J, on, tw TO tw))
5320 POKE G, V: LET G = G+on
5330 IF CJ = on THEN POKE G, ja- INT (ja/qk)*qk
     : LET G = G+on : POKE G, INT (ja/qk)
     : LET G = G+on : GO TO 5360
5340 IF dd < ze THEN LET dp = -dp
5350 LET dp = dp-tw : POKE G, dp : LET G = G+on
5360 PRINT "ok"
5370 GO TO 5470
5380 FOR I = on TO 7 STEP tw
```


```
5390 LET K = INT (I/tw+on)
5400 LET V = 16* FN d(C$(J, K, on TO on))
        + FN d(C$(J, K, tw TO tw))
5410 IF V < ze THEN GO TO 5440
5420 POKE G, V
5430 LET G = G+on
5440 NEXT I
5450 GO TO 5470
5460 PRINT "**"
5470 NEXT J
5480 PRINT AT ze, 24; "________"
     : GO TO mr
6000 REM
6010 REM INV Mostrando_memoria******* IRU
6020 INPUT "Dirección_de_comienzo :_"; dm
6030 CLS : PRINT AT ze, ze;
6040 LET G = dm : LET F = ze
6050 LET F = F+on
     : PRINT TAB 5- LEN STR$ G; G ; TAB 6;
6060 FOR I = on TO fr
6070 LET V = PEEK G
6080 LET H = INT (V/16)
6090 LET L = V-16*H
6100 PRINT D$(H+on); D$(L+on); "_";
6110 LET G = G+on
6120 NEXT I
6130 PRINT "_"
6140 IF F <> 22 THEN GO TO 6050
6150 LET k$ = INKEY$ : IF k$ = "" THEN GO TO 6150
6160 IF k$ <> "m" AND k$ <> "M" THEN LET F = ze
     : POKE 23692, qk-on : GO TO 6050
6200 POKE 23692, on : PAUSE 20 : GO TO mr
7000 REM
7010 REM INV Carga_en_memoria******** IRU
7020 CLS
7030 INPUT
        "Carga_tabla_:Pulsa_una_tecla____cuando_preparado._"
        ; k$
7040 PRINT AT ze, 25; INVERSE on; FLASH on; "CARGANDO"
7050 LOAD "source" DATA C$()
7060 FOR I = on TO ln
7070 LET TP = I
7080 IF C$(I, on) <> "__" THEN GO TO 7100
7090 NEXT I
7100 FOR I = ln TO on STEP -1
7110 LET BP = I
7120 IF C$(I, on) <> "__" THEN GO TO 7140
7130 NEXT I
7140 PRINT AT ze, 24; "________"
7150 GO TO 9150
8000 REM
8010 REM INV Guarda_en_cassette****** IRU
```

```
8020 INPUT "Dime_nombre :_"; n$
8030 IF n$ = "" THEN GO TO 8020
8040 INPUT
        "Fuente_o_Código_máquina_(s_o_m)"
        ; k$
8050 IF k$ <> "s" AND k$ <> "m" THEN GO TO 8040
8060 IF k$ = "s" THEN SAVE n$ DATA C$() : GO TO mr
8070 INPUT "Dirección_de_comienzo :_"; ss
8080 INPUT "Dirección_de_final... :_"; sf
8090 LET sb = sf-ss+on
8100 SAVE n$ CODE ss, sb
8110 GO TO mr
9000 REM
9010 REM inicialización
9020 LET ze = PI - PI : LET on = PI / PI
     : LET tw = on+on : LET tr = on+tw
     : LET fr = tw+tw : LET qk = 256
     : LET mr = 2020 : LET ln = 200
9025 BORDER 7 : PAPER 7 : INK on : INVERSE ze
     : OVER ze : FLASH ze : BRIGHT ze
     : BEEP .25, 24 : BEEP .25, 12
9030 DIM A$(15) : DIM O$(tw)
9040 LET TP = ln : LET BP = on
     : REM las_200_líneas_posibles
9050 DIM C$(ln, fr, tw) : REM códigos
9060 PRINT AT ze, 19; INVERSE on; FLASH on
        ; "INICIALIZANDO"
9070 FOR I = on TO ln
9080 FOR J = on TO fr
9090 LET C$(I,J) = "_"
9100 NEXT J
9110 BEEP .01, 20
9120 NEXT I
9130 PRINT AT ze, 19; "______________"
9140 LET D$ = "0123456789ABCDEF"
9150 CLS : PRINT "Dirección_más_baja :_"; 31500
9160 INPUT "Dirección_de_carga :_"; R : PAUSE 20
9170 IF R < 31500 THEN GO TO 9160
9180 CLS : GO TO mr
```


CARGADOR HEXADECIMAL

Este programa BASIC puede por sí mismo, ser un monitor, ya que permite escribir los códigos hexadecimales en la memoria, listar la memoria, mover bloques de memoria, guardar bloques en el cassette y cargar desde el cassette a la memoria.

Por otro lado, lo podemos usar como cargador y *montador* de las rutinas que hemos creado con el monitor de rutinas anterior, ya que el monitor solamente puede usarse para meter módulos *pequeños* de menos de 800 octetos y con menos de 200 instrucciones.

Así, para programas *mayores*, usamos el monitor de rutinas para desarrollar los módulos y guardamos cada módulo en cassette como bloques de código máquina. Luego usamos el cargador hexadecimal, que es un programa BASIC mucho más pequeño, para cargar esos módulos en la memoria y *montarlos* juntos, moviendo los módulos a sus correspondientes celdillas de memoria.

Aplicarémos realmente esta técnica a medida que desarrollemos el programa LA RANA URBANA.

Conceptos del cargador hexadecimal

El concepto de este programa es extremadamente simple. El programa cargador coloca la *cima* o *tope* de la RAM (RAMTOP) del intérprete BASIC en la dirección 26999.

Eso significa que puedes meter tus programas en lenguaje-máquina en cualquiera de las direcciones entre 27000 hasta 32578 para un Spectrum con 16K, y entre 27000 y 65346 para uno con 48K.

- El cargador es una forma directa de observación del código-máquina: A partir del mensaje "Start of machine code area" Comienzo de la zona de código máquina)

Ofrece las funciones básicas de observación como:

- ESCRIBIR *en memoria en formato hexadecimal*
- GUARDAR *de la memoria a la cassette*
- CARGAR *de la cassette a la memoria*
- LISTAR *la memoria a partir de una dirección de comienzo*
- MOVER *contenidos de memoria desde una celdilla a otra.*

Resumen de instrucciones

1. WRITE (escribir)

escribe en la memoria código con formato HEX.

Procedimiento:

a. como respuesta a la pregunta, teclea en formato decimal la dirección de memoria a partir de la que quieres comenzar a escribir. La dirección está limitada a 27000 - 32578 para 16K.
27000 - 65346 para 48K.

- b. Mete los códigos en formato hexadecimal.
- c. Pulsa "m" para volver al *menú* principal.

2. SAVE (guardar)

guarda en el cassette un bloque de memoria.

Procedimiento:

- a. La dirección de memoria a partir de la que comienzas a guardar el contenido, puede ser cualquier dirección 0 - 32767 para 16K. 0 - 65535 para 48K.
- b. Teclea el número de octetos a guardar.
- c. Teclea el nombre del módulo a guardar.
- d. Pulsa cualquier tecla cuando esté preparado el cassette.
- e. Tienes la opción de *verificar* si se ha guardado correctamente el módulo en el cassette. Es bueno verificarlo para garantizar que durante el trasvase al cassette no ha habido errores.

3. LOAD (cargar)

carga en la memoria el módulo guardado en el cassette.

Procedimiento:

- a. Teclea la dirección a partir de la cual quieres cargar el módulo. La dirección está limitada a los mismos valores en el caso de escritura.
- b. Teclea el nombre que usaste cuando guardaste el módulo. Si no estás seguro del nombre, simplemente pulsa ENTER.

4. LIST (listar)

muestra el contenido de la memoria a partir de una dirección.

Procedimiento:

- a. Teclea la dirección de comienzo del listado. Pueden ser las mismas direcciones que en el caso de guardar.
- b. Pulsa cualquier tecla para seguir listando.
- c. Teclea "m" para volver al menú principal.

5. MOVE (mover)

mueve el contenido de la memoria desde la dirección inicial hasta la dirección final del bloque, a unas nuevas direcciones de memoria.

Procedimiento:

- a. Con FROM, teclea cualquier dirección. Es el inicio del bloque a mover.
- b. Con UNTIL, teclea cualquier dirección. Es el final del bloque a mover.
- c. Con TO, teclea la dirección donde va a *quedar* el bloque. Los valores permitidos son los mismos que en escritura.
- d. Utilizando este comando puedes incluso copiar la ROM en la RAM.

```
eg. Move from memory: 0 (ENTER)
    Move until memory: 1000 (ENTER)
    Move to memory: 32000 (ENTER)
```

esto moverá el bloque entre 0 y 1000 (en la ROM) a la dirección 32000 y siguientes de la RAM.

OBSERVACIONES: Cualquiera de los tecleos en los comandos anteriores que traspase la gama de direcciones permitida, dará como resultado que se vuelva a hacer la pregunta.

Ejercicio:

Intenta usar este cargador hexadecimal para meter el módulo que hemos desarrollado anteriormente con el monitor de programas.

```
100 REM
110 REM programa monitor
120 CLEAR 26999 : LET ze = PI - PI
    : LET on = PI / PI : LET tw = on+on
    : LET qK = 256 : LET lm = 27000
    : LET mr = 140 : LET wl = 340
130 GO SUB 2000
140 CLS
    : PRINT "Comienzo área código máquina = "
      ; lm
150 PRINT "menu" : PRINT
    : PRINT
      "    Escribe código máquina.....1"
160 PRINT
    : PRINT
      "    Guarda  código máquina.....2"
170 PRINT
    : PRINT
      "    Carga   código máquina.....3"
180 PRINT
    : PRINT
      "    Lista   código máquina.....4"
190 PRINT
    : PRINT
      "    Ubica   código máquina.....5"
200 PRINT
    : PRINT
      "Por favor pulsa la tecla correcta."
210 LET g$ = INKEY$
220 IF g$ = "m" OR g$ = "M" THEN STOP
230 IF g$ = "" OR g$ < "1" OR g$ > "5"
      THEN GO TO 210
240 CLS
    : PRINT "Comienzo área código máquina = "
      ; lm
250 GO TO 300* VAL g$
300 REM INV Escribe******************** IRV
310 INPUT "Escribe a partir de dirección :"; d
320 IF d > mm OR d < lm THEN GO TO 310
330 PRINT : PRINT "Escribe Dirección :_"; d
    : PRINT "Para volver al menú pulsa ""m"""
340 LET a$ = ""
350 IF a$ = "" THEN INPUT "Teclea código hex. :"
      ; a$
360 IF a$(on) = "m" OR a$(on) = "M"
      THEN GO TO mr
370 IF LEN a$/tw <> INT ( LEN a$/tw)
      THEN PRINT "Dato incorrecto ";
    : GO TO wl
```


```
 380 LET c = ze
 390 FOR f = 16 TO on STEP -15
 400 LET a = CODE a$((f = 16)+tw*(f = on))
 410 IF a < 48 OR a > 102 OR (a > 57 AND a < 65)
       OR (a > 70 AND a < 97)
       THEN PRINT "Dato incorrecto ";
     : GO TO wl
 420 LET c = c+f*((a < 58)*(a-48)
       +(a > 64 AND a < 71)*(a-55)+(a > 96)*(a-87))
 430 NEXT f : POKE d, c : LET d = d+on
 440 PRINT a$( TO tw); "__";
 450 LET a$ = a$(3 TO )
 460 IF d = UDG
       THEN PRINT
       "Aviso :ésto es área de gráficos
       de usuario!"
     : GO TO wl
 470 IF d = UDG-20
       THEN PRINT
       "Aviso :ésto es área de rutinas!"
     : GO TO wl
 480 GO TO wl+on
 600 REM INV Guarda******************** IRU
 610 INPUT "Guarda C.M. 'desde' dirección :"; a
 620 INPUT "Número de octetos a guardar :"; n
 630 INPUT "Nombre de la rutina :"; a$
 640 SAVE a$ CODE a, n
 650 PRINT "Deseas verificarlo?"
 660 INPUT v$
 670 IF v$ <> "y" THEN GO TO mr
 680 PRINT "Rebobina y pulsa ""PLAY""."
 690 VERIFY a$ CODE a, n
 700 PRINT "O.K." : PAUSE 50
 710 GO TO mr
 900 REM INV Carga******************** IRU
 910 INPUT
       "Carga C.M. a partir dirección : "
       ; a
 920 IF a > mm OR a < lm THEN GO TO 910
 930 INPUT "Nombre del programa :"; a$
 940 PRINT "Pulsa ""PLAY""en cassette"
 950 LOAD a$ CODE a : GO TO mr
1200 REM INV Lista******************** IRU
1210 LET a$ = "0123456789ABCDEF"
1220 INPUT "Lista Dirección :"; d
1230 PRINT "Pulsa ""M"" para volver a Menu."
1240 LET a = INT ( PEEK d/16)
     : LET b = PEEK d-16* INT ( PEEK d/16)
1250 PRINT d; TAB 7; a$(a+on); a$(b+on)
1260 LET d = d+on
1270 IF INKEY$ = "m" OR INKEY$ = "M" THEN GO TO mr
1280 GO TO 1240
1500 REM INV Mudar bloques********** IRU
```

```
1510 INPUT "Bloque desde memoria : "; fm
1520 INPUT "..... hasta memoria : "; um
1530 INPUT "Ubicar en memoria : "; tm
1540 IF tm > fm THEN GO TO 1610
1550 LET mp = tm
1560 FOR I = fm TO um
1570 POKE mp, PEEK I
1580 LET mp = mp+on
1590 NEXT I
1600 GO TO mr
1610 LET mp = um+tm-fm
1620 FOR I = um TO fm STEP -on
1630 POKE mp, PEEK I
1640 LET mp = mp-on
1650 NEXT I
1660 GO TO mr
2000 LET RT = PEEK 23732+qk* PEEK 23733
2010 IF RT = 65535 THEN LET mm = 65347
     : LET UDG = 65367
2020 IF RT = 32767 THEN LET mm = 32579
     : LET UDG = 32599
2030 LET n1 = INT (UDG/qk)
2040 POKE 23675, UDG-n1*qk : POKE 23676, n1
2050 RETURN
```


Pasando el programa

Te presentamos el programa para ese popular juego en que unas ranas -en su camino a casa- deben cruzar de un lado a otro de una autopista, brincando cuando el camino está libre de obstáculos. Hay camiones, coches y motocicletas; además de coches policiales que patrullan inesperadamente por la autopista.

La puntuación lograda es función del número de brincos que la rana dé.

Debes comprender el juego muy claramente, porque tú vas a ser el programador.

Esto es simplemente la etápa de definición del problema. A menos que podamos definir y comprender claramente el problema, será muy difícil que sepamos hacia dónde nos encaminamos cuando estémos en las etápas posteriores del desarrollo del programa.

Estructurando el programa

- Podemos aplicar lo que hemos aprendido sobre programación modular de arriba hacia abajo: Empezamos a partir del nivel más alto y desglosamos el programa en módulos racionales bien definidos.

Son los que siguen:

1. INICIO

Efectuará todas las tareas de preparación y apresto.

2. TRAFICO

Controlará la circulación sobre la autopista.
Puede desglosarse a su vez en:

i. Flujo regular de camiones, coches y motos.
ii. Flujo irregular de los coches policiales.

3. RANITAS

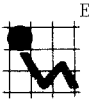
Seguirá el movimiento de la rana, comprobando si choca o llega a su casita.

4. GENERAL

Calculará y expondrá la puntuación y vigilará la terminación.

5. TERMINO

Efectuará las tareas domésticas necesarias para regresar a BASIC.



Desarrollando el programa

El desarrollo del programa lo comentaremos en seis etápas; lo que sigue muy estrechamente a los cinco módulos mencionados!

En cada etápa probaremos -para garantizar que funciona apropiadamente; antes de pasar a desarrollar la siguiente.

Las seis etápas serán:

1. Diseño de las bases de datos:

Lo que implica dibujar las diversas figuras, crear las tablas con los datos de cada figura y decidir las variables sobre las que el programa operará.

2. Inicialización:

Consiste en la preparación de la imagen y en la asignación de valores iniciales a las diferentes variables.

3. Gobierno del tráfico:

Aquí sólo desarrollaremos el flujo regular de vehículos.
(La aparición irregular del coche policial exige diferente lógica).

4. Inclusión de policías:

Analizamos y probamos lo referente a coches policiales.

5. Cruce de autopista:

Movemos a la rana -borrando la figura vieja y dibujando la nueva-, comprobando si hay o no, estacazo; calculamos la puntuación, etc.

6. Supervisión general

Consta de la actualización de la puntuación máxima, la reanudación o terminación del juego, y de la vuelta al sistema operativo.

Antes de proceder con la primera etápa del desarrollo, te proponemos un programa en BASIC que suma los contenidos de las celdillas de un bloque de memoria determinado, como una forma simple y eficaz de cotejar los datos que tecleas.

```
9000        REM comprobando bloques
9010        REM mediante suma
9020        INPUT "Desde dirección: "; d
9030        INPUT "Hasta dirección: "; h
9040        LET s = 0
9050        FOR I = d TO h
```

```
9060        LET s = s + PEEK I
9070        NEXT I
9080        PRINT "cotejo: "; s
9090        GOTO 9020
```

Teclea la dirección donde empieza, y luego la de donde termina el bloque que deseas comprobar. El programa hará la suma -en decimal-, del contenido de las celdillas y la presentará como el valor de "cotejo". Deberá coincidir con el que figura en las tablas.

ETAPA PRIMERA: BASES DE DATOS

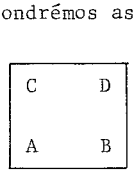
****Dibujo de las figuras****

Como hay tráfico en los dos sentidos, dibujaremos dos figuras de camión: uno hacia la izquierda y otro hacia la derecha; etc.

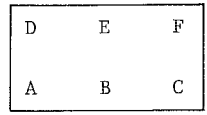
Para la rana: hay cuatro posibles direcciones y por ende una figura distinta para cada dirección.

Adoptarémos el siguiente convenio para la posición de un objeto y para su figura:

Si la forma de un objeto ocupa cuatro pictos, los dispondrémos así:



Si la forma del objeto ocupa seis pictos, los colocarémos así:



y el puntero de posición señalará siempre al picto marcado con "A".

REMemora que:

En una pantalla con 24 filas y 32 columnas hay 24 x 32 = 768 pictos.

Como los pictos de tu Spectrum son tramas de 8 hilos horizontales cruzados por otras ocho líneas horizontales, para dibujar algo en ellos, debemos usar ocho octetos, con los "1" y "0" adecuados.

Y si acordamos empezar a pintar en cada picto de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha la tabla que define una figura será:

FIGDE 4

A1,	A2,	A3,	A4,	A5,	A6,	A7,	A8
B1,	B2,	B3,	B4,	B5,	B6,	B7,	B8
C1,	C2,	C3,	C4,	C5,	C6,	C7,	C8
D1,	D2,	D3,	D4,	D5,	D6,	D7,	D8

REMemora que:

A cada picto le corresponde un octeto de atributos con los valores del color de la tinta, del papel, del brillo y del parpadeo.

Por tanto, para definir los atributos de una figura que ocupe cuatro pictos, almacenamos después de los 32 octetos que fijan su forma, los 4 octetos que determinan sus atributos.

**** Cargando las tablas de las figuras ****

Etiqueta	*Línea#*	*Desde(H)*	*Hasta(H)*	*Desde(D)*	*Hasta(D)*	*Cotejo*
FRGSHP	120	69AFH	6A36H	27055	27190	18085
LBIKE	340	6A37H	6A76H	27191	27254	3647
LBATT	430	6A77H	6A7EH	27255	27262	28
RBIKE	460	6A7FH	6ABEH	27263	27326	3355
RBATT	560	6ABFH	6AC6H	27327	27334	28
LCAR	600	6AC7H	6B26H	27335	27430	5073
LCATT	730	6B27H	6B32H	27431	27442	36
RCAR	770	6B33H	6B92H	27443	27538	4902
RCATT	900	6B93H	6B9EH	27539	27550	12
LTRUCK	940	6B9FH	6C76H	27551	27766	22023
LTATT	1230	6C77H	6C91H	27767	27793	87
RTRUCK	1280	6C92H	6D69H	27794	28009	21834
RTATT	1570	6D6AH	6D84H	28010	28036	87
BLANK	1620	6D85H	6D88H	28037	28040	0

Este módulo ocupa desde 27055 hasta 28040 y tiene, por tanto, 986 octetos. El valor de cotejo es de 79197. El nombre asignado es SHAPDB.

Todos los objetos anteriores, excepto la rana, constan de los octetos con los valores de la forma del objeto seguidos por dos octetos con los valores de los atributos.

> *La rana no corresponde a ese formato porque hemos decidido que la rana tenga sólo un color en cada momento: verde cuando esté viva, roja cuando está muriendo y amarilla cuando alcance su hogar.*

En este juego, usamos negro (0) para color del papel excepto para los setos de la autopísta y la línea informativa de la parte superior donde usamos blanco (7) como color del papel.

Para objetos que sólo se mueven en la autopísta, el atributo del papel será 0 y el color de la tinta será el dado en su base de datos. Antes de meter en la memoria la base de datos de las figuras y guardarla sobre cassette, se supone que has entendido la representación de los caractéres gráficos en la memoria.

Ahora, explicarémos el listado en ensamblador utilizando el ejemplo de la rana FROG1 que comienza en la línea 160.

En la línea 160 verás:

```
69B7        6F   160 FROG1   DB   111, 15, 31, 159, 220, 216, 120, 48
            0F   1F  9F  DC   D8   78  30
```

69B7 es la dirección de la celdilla en formato hexadecimal.

6F es el comienzo de los 8 octetos de la presente instrucción DB en valor hexadecimal.

* El valor hexadecimal de los siguientes 7 octetos, está en la siguiente línea -entre la línea 160 y línea 170.

ie. 0FH, 1FH, 9FH, DCH, D8H, 78H, 30H.

160	es el número de línea en el listado ensamblador.
FROG1	es la etiqueta. Es sólo para tener más ventajas.
DB	es un nemónimo. Significa que lo que sigue es una secuencia de octetos (similar a DATA en lenguaje BASIC).

111, 15, 31, 159, 220, 216, 120, 48

son los octetos a cargar en la memoria.

Construyamos ahora la figura FROG1.

00	00000000	00000000	00
01	00000001	10000000	80
23	00100011	11000100	C4
25	00100101	10100100	A4
6F	01101111	11110110	F6
4F	01001111	11110010	F2
DF	11011111	11111011	FB
FF	11111111	11111111	FF
6F	01101111	11110110	F6
0F	00001111	11110000	F0
1F	00011111	11111000	F8
9F	10011111	11111001	F9
DC	11011100	00111011	3B
D8	11011000	00011011	1B
78	01111000	00011110	1E
30	00110000	00001100	0C

Recuerda:

- i. que dibujamos primero la parte inferior de izquierda a derecha.
- ii. Luego dibujamos la siguiente parte superior.
- iii. Para cada carácter, dibujamos los 8 octetos de arriba hacia abajo.
- iv. Luego y como final, rellenamos los atributos.

En la línea 120, la etiqueta FRGSHP, define uno de los cuatro punteros correspondientes a las 4 formas de la rana. En el programa, podrémos encontrar la forma adecuada, dando la dirección de la rana.

DEFW

es un nemónimo que significa que vamos a definir 2 octetos "nn". Primero el octeto menos significativo y luego el octeto más significativo.

Usa el programa CARGAHEX para meter desde la línea 120 hasta la 1590 del listado provisto. Sólo tienes que teclear los octetos hexadecimales que se muestran en la columna dos.

Recuerda que antes de continuar con la siguiente etápa, has de guardar y verificar el código que has metido.

Tabla de Tráfico

Hemos decidido que habrá un flujo regular de 6 vehículos por los dos carriles de la autopísta, que estará distribuído aleatoriamente.

La tabla de tráfico guardará información sobre el estado actual del tráfico; tal y como se está observando en la pantalla.

Por ejemplo, por cada vehículo, necesitamos saber:

- *-Existencia,*
- *-ciclo de movimiento,*
- *-dirección de movimiento (si está parcialmente en la pantalla o no),*
- *-puntero de la figura,*
- *-puntero de los atributos,*
- *-número de filas que el vehículo ocupa, y*
- *-número de columnas ocupadas.*

Las seis primeras partes de la tabla -desde la línea 1710 del programa hasta la 2040- corresponden a los 6 vehículos que van a estar en la autopísta en un momento dado. Cuando cualquiera de los vehículos se sale de la autopísta, se generará otro vehículo aleatoriamente.

Una forma simple, es preparar la información inicial de cada uno de los posibles vehículos y almacenarla en memoria. Cuando se genera un nuevo vehículo, vamos a las celdillas de memoria correspondientes y cambiamos los valores de la tabla de tráfico.

Aplicarémos el mismo principio al coche policial y a la rana.

Por tanto, cuando construímos la tabla de tráfico, no necesitamos asignar valores a las variables que la componen, ya que será inicializada por el programa.

Formato: para los 6 vehículos presentes, la rana y el coche de policía:

Existencia	DEFB	1 octeto
Cuenta del ciclo	DEFB	1 octeto
Dirección	DEFB	1 octeto
Real/abstracto	DEFB	1 octeto
Posición en pantalla	DEFW	2 octetos

Puntero de forma	DEFW	2 octetos
Puntero a atributo	DEFW	2 octetos
Filas	DEFB	1 octeto
Columnas	DEFB	1 octeto
	TOTAL	12 octetos

Etiqueta	*Línea#*	*Desde(H)*	*Hasta(H)*	*Desde(D)*	*Hasta(D)*
OB1EXT	1710	6E25H	6E30H	28197	28208
OB2EXT	1800	6E31H	6E3CH	28209	28220
OB3EXT	1850	6E3DH	6E48H	28221	28232
OB4EXT	1900	6E49H	6E54H	28233	28244
OB5EXT	1950	6E55H	6E60H	28245	28256
OB6EXT	2000	6E61H	6E6CH	28257	28268
PCAREXT	2070	6E6DH	6E78H	28269	28280
FRGEXT	2180	6E79H	6E80H	28281	28288

Como hemos mencionado, éstos son sólo almacenamientos temporales de trabajo, la información que contienen cambia a medida que transcurre el juego.

Hay otras dos áreas importantes de almacenamiento.
Se utilizan para guardar lo que está "detrás" de la rana y del coche de la policía, respectivamente.

Etiqueta	*Línea#*	*Desde(H)*	*Hasta(H)*	*Desde(D)*	*Hasta(D)*
FRGSTR	1650	6D89H	6DACH	28041	28076
PCSTR	1660	6DADH	6F24H	28077	28196

No necesitamos definir ninguna de estas celdillas -únicamente reservarlas-.
Sólo necesitamos construir la siguiente base de datos.

La base de datos de los objetos, está organizada de la siguiente forma:

FRGDB	base de datos de la rana
DBINDEX	indicador de la base de datos de otros objetos
RBDB	base de datos de motocicleta a derechas
LBDB	base de datos de motocicleta a izquierdas
RCDB	base de datos de coche a derechas
LCDB	base de datos de coche a izquierdas
RTDB	base de datos de camión a derechas
LTDB	base de datos de camión a izquierdas
LPCDB	base de datos de coche de policía a izquierdas
LPCATT	base de datos de atributos de policía a izquierdas
RPCDB	base de datos de coche de policía a derechas
RPCATT	base de datos de atributos de policía a derechas.

Etiqueta	*Línea#*	*Desde(H)*	*Hasta(H)*	*Desde(D)*	*Hasta(H)*	*Cotejo*
FRGDB	2260	6E81H	6E88H	28289	28296	561
DBINDEX	2320	6E89H	6E94H	28297	28308	1734
RBDB	2400	6E95H	6EA0H	28309	28320	640
LBDB	2470	6EA1H	6EACH	28321	28332	692
RCDB	2540	6EADH	6EB8H	28333	28344	523
LCDB	2610	6EB9H	6EC4H	28345	28356	760
RTDB	2680	6EC5H	6ED0H	28357	28368	584
LTDB	2750	6ED1H	6EDCH	28369	28380	809
LPCDB	2820	6EDDH	6EE8H	28381	28392	955
LPCATT	2890	6EE9H	6EF4H	28393	28404	30
RPCDB	2930	6EF5H	6F00H	28405	28416	379
RPCATT	3000	6F01H	6F0CH	28417	28428	30

Módulo desde 28289 hasta 28428, 140 octetos, cotejo 7697.

El nombre que se sugiere es "objdb" (base de datos de los objetos). Sabemos que todos los objetos excepto la rana, tienen una base de datos con 12 octetos.

El significado y contenido de cada uno de estos octetos es:

Existencia (1 octeto)

- a cero cuando el objeto es no-existente.
- al valor n, siendo n - 1, el número de ciclos que el objeto debe esperar antes de que se le permita mover:

el valor de n para
- moto izquierda y derecha es 2
- coche izquierda y derecha es 3
- camión izquierda y derecha es 6
- coche de policía es 1
- rana es 3

en otras palabras, el coche de policía se mueve en cada ciclo, la moto cada dos ciclos, etc.

Cuenta del ciclo (1 octeto)

- inicialmente a 1, para que esté preparado para moverse inmediatamente, y se decrementa en cada ciclo.
- cuando llega a 0, se permitirá mover al objeto y la cuenta será reinicializada con el valor que haya en el octeto de existencia.

Dirección (1 octeto)

- todo el tráfico de izquierda a derechas (ie. el tráfico del carril superior) tendrá 0 como valor de dirección.
- todo el tráfico de derecha a izquierda (ie. el tráfico del carril inferior) tendrá 1 como valor de dirección.

Banderín abstracto/real (1 octeto)

- define si el objeto está parcialmente fuera de la pantalla.
- todo el tráfico de izquierda a derecha comenzará con el valor 0 (abstracto), y cambiará a 1 cuando su posición coincida con la 4820H de la pantalla.
- todo el tráfico de derecha a izquierda comenzará con este banderín en valor 1 (real); el objeto tiene una posición que apunta a la pantalla (ie. 48DFH); a medida que el tráfico se mueve fuera de la pantalla, ie. cuando el puntero de posición pasa a 48C0H a 48BFH, cambiará de real a abstracto.

Puntero de posición (2 octetos)

- un puntero de 2 octetos guardando la posición corriente del objeto en la pantalla.

Puntero de forma (2 octetos)

- un puntero de 2 octetos apuntando a la base de datos que define la forma del objeto.

Puntero de Atributos (2 octetos)

- un puntero de 2 octetos apuntando a la base de datos con los atributos del objeto.

Filas (1 octeto)

- define cuantas filas ocupa la forma del objeto.

Columnas (1 octeto)

- define cuantas columnas ocupa la forma del objeto.
- este valor incluye dos columnas de blancos, una en cada extremo del objeto, a fin de evitar que el tráfico se acerque uno a otro.

Ahora puedes teclear la base de datos que permite inicializar los objetos; son los números de línea 2270 a 3010 del listado.

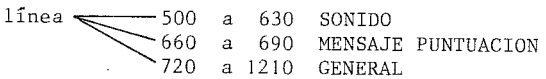
Para meter este módulo, puedes utilizar el monitor o el programa CARGAHEX. Si usas el monitor, recuerda que has de guardar el listado fuente, así como el listado de volcado en código máquina.

Base de datos general

Hasta ahora ya hemos cubierto la base de datos desde 69AFH a 6F0CH (27055 a 28428).

Ahora vamos a construir el resto de la base de datos que denominarémos "base de datos general".

Está organizada de esta manera:



Etiqueta	*Línea#*	*Desde(H)*	*Hasta(H)*	*Desde(D)*	*Hasta(D)*	*Cotejo*
PCTON1	500	6F0DH	6F10H	28429	28432	282
PCTON2	510	6F11H	6F14H	28433	28436	166
HOMTON	540	6F15H	6F3CH	28437	28476	2565
SCRMS1	660	6F3DH	6F42H	28477	28482	540
SCORE	670	6F43H	6F48H	28483	28488	280
SCRMS2	680	6F49H	6F53H	28489	28499	732
HISCR	690	6F54H	6F58H	28500	28504	240

Módulo desde 28429 a 28504, 76 octetos, cotejo 4813.

El nombre que se sugiere es "gendb" (base de datos general).

Sólo necesitas meter desde la línea 500 hasta la línea 690.

Desde la línea 720 hasta la línea 1210, memoria 6F59H a 6F82H (2805 a 28546), están todas las variables utilizadas por el programa.

Las líneas de la 1100 a la 1150 son instrucciones con el nemónimo EQU; lo que asigna un valor a la etiqueta correspondiente y es usado por el programa ensamblador. Tu no tienes que meter nada.

Conclusión:

Ahora ya hemos cubierto toda el área de la base de datos desde la dirección 69AFH a la 6F82H (27055 a 28546).

Examina todos los módulos que hemos construído, sus nombres y la memoria que ocupan; ántes de proceder a la siguiente etápa de desarrollo del programa.

Hasta ahora habrás desarrollado 3 módulos:

nombre	*desde*	*hasta*	*longitud*	*cotejo*
shpdb	27055	28040	986	79197
objdb	28289	28428	140	7697
gendb	28429	28504	76	4818

* *Nota que la base de datos ocupa casi 1400 octetos!!*

ETAPA SEGUNDA: INCIALIZACION

**** Apresto de la pantalla ****

En este módulo construímos y mostramos la autopísta, el marcador de puntos, la rana; así como damos el valor inicial a todas las variables de control.

Lo hacemos en tres partes.

- Primero, limpiamos la pantalla y pintamos la autopísta.
- Segundo, pintamos todas las ranas.
- Tercero, mostramos la puntuación.

Este módulo incluye las siguientes rutinas:

Rutina	*Línea#*	*Desde(H)*	*Hasta(H)*	*Desde(D)*	*Hasta(D)*	*Cotejo*
INIT	1240	6F83H	700AH	28547	28682	11996
CLRSCR	7060	72D7H	7316H	29399	29462	5236
DRWHWY	1820	700BH	7040H	28685	28736	4609
HIGHWY	1980	7038H	7040H	28728	28736	696
FILHWY	2070	7041H	7054H	28737	28756	2609
LINEUP	2290	7055H	7079H	28757	28793	4325
DISASC	7630	7328H	7349H	29480	29513	3580
SCRIMG	14500	776FH	7786H	30575	30598	1855
FINAL	15390	77FEH	781DH	30718	30747	2089

El módulo se extiende desde 28547 hasta 30747, 2201 octetos.

El nombre que se sugiere es "init", (inicialización).

Has de meter primero las rutinas CLRSCR, DRWHWY, FILHWY, FINAL en sus correspondientes celdillas de memoria. Luego metes la rutina INIT. Mete tres octetos con ceros para las siguientes líneas que te mostramos, en lugar de las "llamadas" ya que las rutinas todavía no las hemos desarrollado.

línea#	*dirección(H)*	*dirección(D)*
1430	6FAFH	28591
1470	6FBAH	28602
1490	6FC0H	28608
1530	6FCBH	28619
1570	6FD6H	28630
1590	6FDCH	28636
1630	6FE7H	28647

Luego mete los siguientes códigos en la memoria a partir de 32000.
Guarda el módulo de 28547 hasta 30598 (2052 octetos), antes de ejecutar el código a partir de la 32000.

```
F3              DI                      ;  interrupciones vedadas
D9              EXX                     ;  conservar HL'
E5              PUSH    HL
D9              EXX
CD836F          CALL    INIT
3E7F    KEY     LD      A, 7FH          ;  atrapar tecla SPACE
DBFE            IN      A, (FEH)
E601            AND     1
20F8            JR      NZ, KEY         ;  repite si no pulsada
CDFE77          CALL    FINAL           ;  finalización
D9              EXX                     ;  repone HL'
E1              POP     HL
D9              EXX
FB              EI                      ;  interrupciones permitidas
C9              RET
```

Deberás observar que la pantalla se ennegrece y que aparecen 4 líneas blancas.

A continuación, describímos brevemente lo que cada rutina hace.

INIT

establece el negro como color del borde
coloca los valores iniciales para el banderín de choque de rana, existencia de la rana, el banderín de juego y el número de ranas.
estipúla un puntero aleatorio hacia la ROM
coloca la estación de la rana (también posición inicial de la rana) en 50ACH
llama a la que limpia la pantalla
llama a la que pinta la autopísta
llama a la que coloca en línea las ranas (5 de ellas)
carga el mensaje de puntuación
expone los puntos
carga el mensaje de çampeón
expone los puntos del campeón
estipúla que todos los objetos son no-existentes
coloca el banderín de caza, el de sonido de sirena y el de puntuación

DRWHWY

pinta el seto superior de la autopísta (32 símbolos a partir de 40A0H)
pinta el seto medianal de la autopísta (32 signos a partir de 4860H)
pinta el seto inferior de la autopísta (32 signos a partir de 5020H)

* *recuerda que la autopísta se considera con tinta negra sobre papel en blanco*

vacía los dos octetos superiores del seto superior
(por tanto, se quedan en blanco)
vacía los dos octetos inferiores del seto inferior
(ahora también están en blanco)
redibuja los dos octetos medianales del seto central de la autopísta.

FILHWY

establece el símbolo de relleno (FFH)
prepara un contador de lazo con 32 (una línea 32 pictos)

dibuja en un picto (8 octetos)
mueve el puntero para que apunte al siguiente picto.

FINAL

coloca en blanco el borde de la pantalla
deja en blanco la pantalla
cambia los atributos de toda la pantalla a papel en blanco y tinta negra.

Si todo es correcto, guarda primero el módulo desde la celdilla 28500 hasta la 30800, (2300 octetos).

Ahora metes las rutinas LINEUP, DRWFRG. Verificas el cotejo y guardas todo el módulo otra vez con el mismo nombre y con la misma dirección.
Luego cambia las direcciones de memoria de 6FAFH (28591) a 6FB1H (28593) para que corresponda a la línea 1430 del listado ensamblado; ie. CD 55 70

Rula 32000 y verás cinco ranas alineándose en el fondo izquierdo de la pantalla

A continuación, describimos lo que estas dos rutinas hacen:

LINEUP

coloca la dirección de la rana a 1 (hacia la derecha)
forma de la rana a FROG2
número de atributo a 2 (verde)

si no quedan ranas: vuelve
si sí:
con las ranas que quedan

apila BC, DE, HL
dibuja la rana citando la rutina DRWFRG
quita de la pila HL, DE, BC
actualiza la posición donde dibujar

DRWFRG

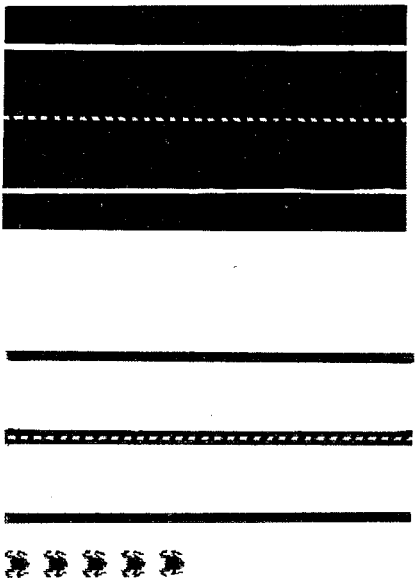
Dibuja la figura usando los convenios comentados anteriormente
calcula el puntero de atributos
rellena los atributos de la rana

Ahora mete las rutinas DISASC y SCRIMG, comprobando el cotejo y guardando el módulo de nuevo como anteriormente. Luego cambia las direcciones mencionadas en las líneas con números

1470, 1490, 1530, 1570, 1590, 1630

a los valores correctos reflejados en el listado.

Rula 32000 y verás toda la pantalla aderezada con la autopista pintada y mostrando las ranas y la puntuación.



ETAPA 3 *(tráfico regular)*

En esta etapa desarrollamos el flujo regular de tráfico; ie. todo el tráfico, excepto el coche de policía:

```
Control de tráfico (incluyendo regeneración del tráfico)
     regenerar tráfico
Moviendo el tráfico
     control de movimiento
          dibujo del tráfico
               determinar las figuras a dibujar
```

A continuación, tienes la tabla de todas las rutinas de este módulo.

Nombre	*línea#*	*desde(H)*	*hasta(H)*	*desde(D)*	*hasta(D)*	*cotejo*
TFCTRL	3090	70BDH	70D8H	28861	28888	2587
REGEN	3320	70D9H	710EH	28889	28942	5673
MOVTRF	3700	710FH	71AEH	28943	29102	14831
MVCTRL	4720	71AFH	7208H	29103	29192	9222
DRAW	5560	7209H	7295H	29193	29333	13923
RSHAPE	6630	7296H	72D6H	29334	29398	6803
RANDNO	15050	77CCH	77DDH	30668	30685	2194

Módulo desde 28861 hasta 30685, 1824 octetos.

Nombre propuesto "regtrf" (tráfico regular).

- De nuevo, no tiene sentido generar el total del cotejo para todo el módulo, ya que la zona de memoria contiene algunas áreas todavía sin desarrollar. Pero es importante que cotejes cada rutina después de teclearla.

Desarrollamos este módulo en dos partes.

- Primeramente, la rutina para dibujo del tráfico.
  En segundo lugar, el control del tráfico y el control del dibujo.

Mete las rutinas DRAW, RSHAPE en su correspondiente región de memoria, verifica el cotejo y guárdalas.

Luego introduce el siguiente programa de comprobación comenzando a partir de la celdilla 32000.

```
F3              DI
D9              EXX
E5              PUSH    HL
D9              EXX
CD836F          CALL    INIT
3E03            LD      A, 3            ; contar filas
32606F          LD      (ROW), A        ; guardar en FILA (row)
3E09            LD      A, 9            ; contar columnas
325F6F          LD      (COLUMN), A     ; guardar en columna
11926C          LD      DE, RTRUCK      ; figura de camión a derechas
216A6D          LD      HL, RTATT       ; atributos de camión a derechas
226A6F          LD      (ATTPTR), HL    ; guardar en ATTPTR
3E01            LD      A, 1            ; colocar como real
212248          LD      HL, 4822H       ; carril superior
CD0972          CALL    DRAW            ; dibujar la figura
3E7F    KEY     LD      A, 7FH          ; atrapar la tecla
DBFE            IN      A, (0FEH)
E601            AND     1
20F8            JR      NZ, KEY
CDFE77          CALL    FINAL
D9              EXX
E1              POP     HL
D9              EXX
FB              EI
C9              RET
```

Carga los módulos de base de datos en el orden en que son creados.
Carga el módulo de iniciación.
Carga las rutinas que hayas desarrollado hasta este momento.
Guarda 4000 octetos a partir de la celdilla 27000 en el módulo "rana". Eso incluye todas las rutinas que has desarrollado hasta ahora.
Inscribe y guarda la rutina anterior de prueba en la celdilla 32000.

> *Rulalo empezando en 32000 y deberás ver toda la pantalla preparada y un camión a derechas en el carril superior.*

Puedes cambiar los parámetros del programa anterior entre las instrucciones CALL INIT y CALL DRAW para comprobar todas las otras figuras de objetos.

Ahora te describimos brevemente las dos rutinas.

DRAW

Con lógica similar a DRWFRG

RSHAPE

extrae los 5 bits inferiores del octeto inferior que define el parámetro de posición
resta de 1FH y añade 1
extrae de nuevo los 5 bits inferiores
determina si SKIP o FILL según sea real o abstracto
calcula la posición de atributos y lo guarda en ATTPOS

Teclea las rutinas TFCTRL, REGEN y MVCTRL en su región de memoria y guarda el módulo completo.

Revisa la rutina de prueba como sigue:

```
                        DI
                        EXX
                        PUSH    HL
                        EXX
                        CALL    INIT
CDBD70      MOVE        CALL    TFCTRL
CD0F71                  CALL    MOVTRF
3E7F                    LD      A, 7FH
DBFE                    IN      A, (0FEH)
E601                    AND     1
20F2                    JR      NZ, MOVE
                        CALL    FINAL
                        EXX
                        POP     HL
                        EXX
                        EI
                        RET
```

- En este momento, te darás cuenta que guardamos el módulo completo de una etapa mientras estamos desarrollando esa etapa. Una vez que el módulo esté completamente comprobado, ha de ser fundido junto con los módulos anteriores y guardado en el módulo "rana".

Comprobamos los módulos mediante un pequeño programa de prueba que comienza a partir de la celdilla 32000.

Tras haber hecho todo el trabajo doméstico y de limpieza de tus módulos, haz una pasada de comprobación del nuevo módulo "rana". Si todo es correcto, deberás ver toda la pantalla como antes, más todo el tráfico moviéndose muy rápidamente en los dos carriles. Lo hace rápidamente porque no hay retardo en cada ciclo de programa.

TFCTRL

```
carga el banderín de generación
si no hay regeneración
        decrementa la cuenta del banderín
        vuelve

si sí lo hay
        regenera el primer objeto no existente, usando la rutina REGEN
        vuelve
```

REGEN

```
guarda el puntero de existencia de la base de datos
genera un número aleatorio de 0 a 5
comprueba los dos primeros caractéres de la posición de pantalla donde
       ha de acercarse el objeto
si la suma de los atributos de estas dos posiciones no es igual a 0
             entonces vuelve (tapón de tráfico).

si sí lo es
       determina la base de datos inicial
       carga en la base de datos temporal los datos de trabajo
       coloca la cuenta de ciclo de regeneración a dos
       vuelve
```

MOVTRF

```
para todos los objetos existentes
       decrementa la cuenta del ciclo
       si la cuenta llega a cero
            recarga cuenta desde existencia
            mueve un carácter a la izquierda o a la derecha
            guarda la nueva posición en NEWPOS
            comprueba la correspondencia de atributos del
                 frente de los objetos
            si hay alguno con tinta no cero
                 si no hay verde
                      coloca banderín de tapón
                 si sí lo hay
                      coloca banderín de choque
            si está alzado el banderín de tapón
                 carga la cuenta de ciclo con 2 (mover un ciclo posterior)
                 volver

            si no está alzado
                 guardar nueva posición
                 citar MVCTRL (control de movimiento).
```

MVCTRL

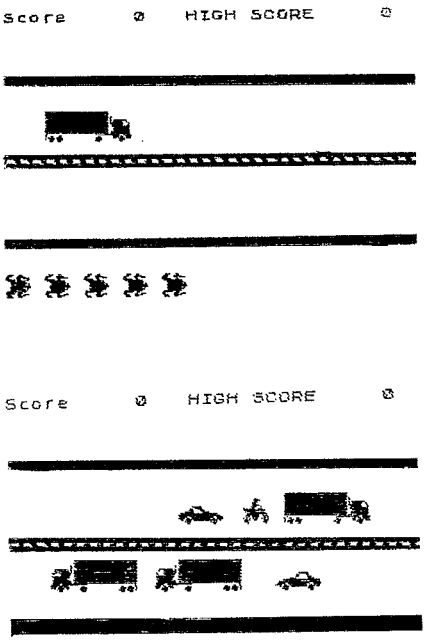
```
si se alcanza el borde
       cambiar el banderín real/abstracto
si se está moviendo hacia la izquierda
       si está en el borde (octeto inferior de la posición = 1FH)
            si banderín indica abstracto
                 lo coloca como no existente y vuelve
            si no lo indica
                 se va a L1

            y si no está en el borde
                 obtiene el final del objeto
                 si llega al final de la pantalla (octeto de orden inferior
                  es 0C0H)
                      coloca no existente, vuelve
```

```
L1: repone la cuenta del ciclo
    busca el puntero de la figura
    guarda el puntero de atributos en ATTPTR
    coge la fila y columna de la figura
    dibuja (draw) con la nueva posición.
```

RANDNO

```
    apila HL, BC
    averigua dónde está apuntando el puntero aleatorio
    actualiza puntero (mueve hacia abajo en la ROM)
```



ETAPA 4 *(coche de policía)*

En esta etapa, meteremos el coche de policía en el programa.

El coche de policía será generado aleatoriamente y entrará con la sirena sonando. Se mueve cada ciclo y no hay tapón de tráfico en su carrera. Adelantará a cualquier vehículo regular que encuentre por delante.

Por eso es por lo que el programa necesita conservar lo que está detrás del coche de policía y volverlo a mostrar cuando ha pasado el coche.

Las rutinas pertenecientes a este módulo son.

Nombre	*línea#*	*desde(H)*	*hasta(H)*	*desde(D)*	*hasta(D)*	*cotejo*
RESPC	9560	7450H	74C1H	29776	29889	11011
POLICE	7930	734AH	73DEH	29514	29662	15769
STRPC	8830	73DFH	744FH	29663	29775	10615

Hay rutinas que son citadas en este módulo y que han sido desarrolladas en módulos anteriores.

El módulo va desde 29514 hasta 29889, y son 376 octetos.

El nombre que se sugiere es "police".

Introduce las rutinas POLICE y STRPC. Verifícalas y guárdalas en el módulo "police".

Luego revisa el programa de prueba para que ahora sea:

```
                        DI
                        EXX
                        PUSH    HL
                        EXX
                        CALL    INIT
                MOVE    CALL    TFCTRL
                        CALL    MOVTRF
CD4A73          MOVE1   CALL    POLICE
                        LD      A, 7FH
                        IN      A, (0FEH)
                        AND     1
20F5                    JR      NZ, MOVE1
                        CALL    FINAL
                        EXX
                        POP     HL
                        EXX
                        EI
                        RET
```

Carga el módulo "rana", luego el módulo "police".

Pasa el programa de comprobación. Debieras ver el coche de policía moviéndose muy rápidamente por la autopista.

Si quieres añadir otros vehículos, cambia el salto relativo para que sea

```
JR NZ, MOVE
```

Recuerda que tienes que recalcular el desplazamiento del salto (EFH).

A medida que corre, verás que el coche de policía borra la figura del vehículo que adelanta. Puede que sea tan rápido que no lo observes. Pero sí podrás decir, cuando algun vehículo comienza a acercarse al vehículo que va delante de él.

Observemos cuidadosamente estas rutinas:

POLICE

```
si el coche de policía no existe
        saca un número aleatorio
        si no es múltiplo de 31
             vuelve
        si sí lo es
             coloca el banderín de caza
             determina aleatoriamente si es el carril superior o inferior
             carga la correspondiente base de datos inicial.
obtiene la dirección
guarda el puntero de posición
recupera la posición
mueve y guarda NEWPOS
establece fila, columna, banderín real/abstracto y posición, antes de citar
        RSHAPE
obtiene el ATTPOS resultante y comprueba si la cabecera de la figura
        corresponde a verde
si el atributo es verde
        alza el banderín de choque
        blanquea el frente del coche de policía
cita STRPC (para conservar lo que está detrás del coche de policía).
actualiza la base de datos de la posición
cita MVCTRL (para mover dentro y fuera de la pantalla)
desactiva el banderín de caza si es no-existente.
```

STRPC

```
hace que HL apunte a NEWPOS
hace que DE apunte a PCSTR (datos del coche de policía)
guarda la posición y 5 octetos de información a partir de la variable
        ROW (fila)
deposita según el formato SKIP/FILL
        primero toda la región de memoria
        luego la región de atributos
```

Mete la rutina RESPC y fúndela con las dos rutinas anteriores. Guarda el módulo completo como "police".

Necesitas revisar de nuevo el programa de prueba para comprobar que has hecho correctamente el depositado y la recuperación.

Aunque hemos incluído la rutina STRPC no estamos seguros que se hayan guardado los datos correctos para el vehículo que hay detrás del coche de policía. Sólo la rutina RESPC puede ayudarnos para saber eso, ya que vuelve a poner en la pantalla lo que habíamos conservado.

Cambia el programa de prueba para que ahora sea:

```
                    .
                    .
                    .
          MOVE      CALL    TFCTRL
CD5074              CALL    RESPC
                    CALL    MOVTRF
                    CALL    POLICE
                    LD      A, 7FH
                    IN      A, (OFEH)
                    AND     1
20EC                JR      NZ, MOVE
                    .
                    .
                    .
```

Ajusta el salto relativo antes de que hagas una pasada de prueba con este módulo y el "rana".

Verás el coche de policía adelantando a los vehículos sin borrarlos de la pantalla.

* La lógica de la rutina RESPC es la siguiente:

RESPC

```
vuelve si el coche de policía no existe
restaura la posición y los 5 octetos en las variables
       comenzando a partir de ROW
restaura la región de memoria y la de atributos de acuerdo
       con el formato SKIP/FILL
```

Finalmente, mete la rutina SIREN, verifícala y fúndela con el resto del módulo "police".

Revisa el programa de prueba a partir de 32000 para que ahora sea:

```
                    .
                    .
                    .
                CALL    INIT
          MOVE  CALL    TFCTRL
```

```
                CALL      RESPC
                CALL      MOVTRF
                CALL      POLICE
CD8777          CALL      SIREN
                LD        A, 7FH
                IN        A, (0FEH)
                AND       1
                JR        NZ, MOVE
                     .
                     .
```

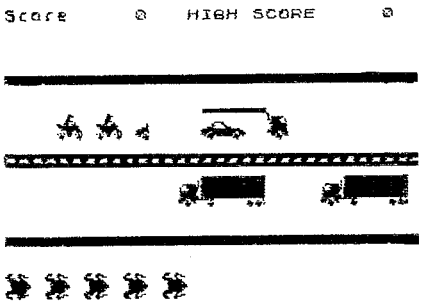
Rula el programa de prueba y hallarás que todo el flujo de tráfico se ha ralentizado. Es así, a causa de un retardo constante, bien por efecto de la salida de sonido, o bien por un lazo de retardo en la cuenta atrás.

SIREN

```
atrapa si pulsada tecla (ENTER)
si está pulsada
       cambia de sí-sirena a no-sirena o viceversa
si no hay sonido
       va a DELAY
si sí hay sonido
       si no hay coche policía
            va a DELAY
       si sí hay coche
            determina la base de datos correcta
            carga sobre DE, HL
            cita 03B5H
            vuelve
```

DELAY: cuenta 6144 regresivamente.

Funde este módulo con "rana" en la memoria y vuelve a cargarlo en "rana".



ETAPA 5 *(rana)*

En esta etapa desarrollamos las rutinas que conciernen a la rana.

Necesitamos regenerar la rana cuando muere cualquiera de ellas.

- Necesitamos manejar el movimiento de la rana, guardar lo que está detrás de ella y volverlo a presentar cuando la rana pase.

Necesitamos también tratar el choque de la rana o la llegada a casa, y calcular la puntuación.

Construimos este módulo en tres partes, como sigue:

Regenerar y mover la rana
Depositar y recuperar lo que está detrás de ella
Tratar el choque, la llegada y la puntuación.

Todas las rutinas pertenecientes a este módulo son:

Nombre	*línea#*	*desde(H)*	*hasta(H)*	*desde(D)*	*hasta(D)*	*cotejo*
FROG	10280	74C2H	74E2H	29890	29922	3818
REGFRG	10520	74E3H	750FH	29923	29967	4079
MOVFRG	10770	7510H	75D5H	29968	30165	19943
RESFRG	11870	75D6H	7627H	30166	30247	8492
STRFRG	12440	7628H	7690H	30248	30352	10136
CRASH	13160	7691H	76A6H	30353	30374	2767
FRGDIE	13280	76A7H	7707H	30375	30471	9965
FRGTON	13890	7708H	771CH	30472	30492	2435
CALSCR	14040	771DH	776EH	30493	30574	8106

El módulo ocupa desde 29890 hasta 30574, y son 685 octetos.

El nombre sugerido es "frgrtn" (frog rutina).

Mete las rutinas FROG, REGFRG, MOVFRG, RESFRG, STRFRG y CRASH.

Revisa el programa de prueba para que sea como sigue:

```
                .
                .
                .
                CALL      INIT
MOVE            CALL      TFCTRL
                CALL      RESPC
                CALL      MOVTRF
                CALL      POLICE
                CALL      FROG
                CALL      SIREN
```

```
LD    A, 7FH
IN    A, (OFEH)
AND   1
JR    NZ, MOVE
.
.
```

Dado que no has introducido todavía la rutina FRGDIE, sustituye la codificación de la línea 13190 del listado ensamblado, por los valores:

```
00, 00, 00
```

Pasa el programa de prueba y verás que puedes mover la rana. Los controles son "l"=arriba, "a"=abajo, "i"=izquierda, "p"=derecha.

Cuando la rana choca, simplemente desaparece; porque la rutina FRGDIE que trata la muerte de la rana todavía no ha sido inscrita en memoria.

La descripción de estas rutinas es la siguiente:

FROG

```
     Si rana choca
            va CRH
     si no choca
            fija banderín-puntuación a sin-puntuación (0)
            cita REGFRG
            decrementa cuenta de ciclo
            si cuenta no es cero
                 vuelve
            si sí es cero
                 arredra cuenta de ciclo
                 cita MOVFRG
                 si no hay choque
                      vuelve

CRH: cita rutina choque (CRASH)
     vuelve
```

REGFRG

```
     si rana es no-existente
            carga base de datos iniciales de rana en región de trabajo
            cambia estación de rana a tres posiciones a la izquierda
            inicializa OLDFRG y NEWFRG con FRGPOS
            inicializa con ceros el área de almacenamiento de la rana
     vuelve
```

MOVFRG

```
     inicializa registros
                 C - movimiento absoluto
                 B - dirección de la rana
                 DE- figura de rana
```


```
comprueba movimiento de la rana
                  l - arriba, a - abajo, i - izquierda, p - derecha
conserva figura, dirección
si movimiento absoluto es cero
       vuelve
si no es cero
       repone posición vieja de rana
       calcula posición nueva y guardala
verifica posición en pantalla arriba, derecha, fondo, estación de la rana
si es válida
       guarda posición en NEWFROG
       fija banderín de puntuación
recupera OLDFRG y
si OLDFRG es igual a NEWFRG
       vuelve
si no es igual
       cita RESFRG
       hace OLDFRG igual a NEWFRG
       cambia dirección conservada, puntero de figura a base de datos
         de rana
       cita STRFRG
       vuelve
```

RESFRG

repone lo situado detrás de la rana basándose en la posición de OLDFRG, primero pantalla y luego atributos.

STRFRG

conserva lo situado detrás de la rana basándose en la posición de NEWFRG dibuja rana además de tráfico.

CRASH

```
baja banderín de choque
fija rana a no-existente
cita FRGDIE (tratamiento de la muerte)
cita RESFRG (restablecer lo tapado por la rana)
decrementa número de ranas
```

Después de guardar todos estos módulos, mete las rutinas CALSCR, FRGDIE y FRGTON.

Para comprobar la rutina que trata el choque, sustituye la línea 13190 del listado por la siguiente instrucción:

```
7698      CDA776      CALL      FRGDIE      (30360)
```

Revisa el programa de prueba para que sea:

```
        .
        .
CALL    FROG
CALL    CALSCR
CALL    SIREN
        .
        .
        .
```

Funde la rutina en el módulo "frgrtn" y ejecuta todo a partir de la celdilla 32000 junto con el módulo "rana".

Cuando la rana choca, parpadeará en rojo y se desvanecerá.

FRGDIE

```
comprueba si rana llega a casa o muere
pone sonido mortuorio, atributo color rojo
si llega a casa
       suma uno al tercer dígito de puntuación
            (bono de 100 puntos)
       cita DISSCR (muestre puntuación)
       pone sonido hogareño, atributo color amarillo
dibuja rana basándose en OLDFRG, FROGSH, y atributos recientes,
       citando DRWFRG
parpadea rana con el atributo cinco veces
```

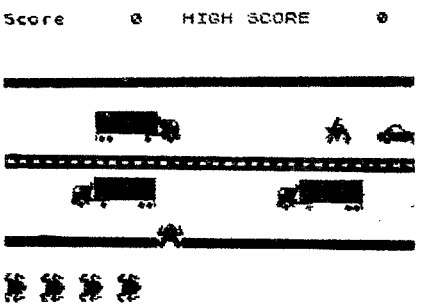
FRGTON

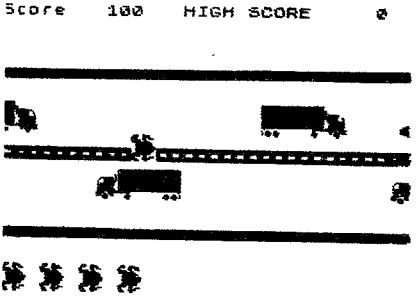
```
cita TONE1 (código de tono de la rutina SIREN)
sube y baja la base de datos de tono dependiendo del atributo
       usado para parpadeo de rana (si amarillo baja base de datos)
                                   (si rojo sube base de datos)
```

CALSCR

```
si rana no existe
       vuelve
si sí existe
       si sube
            suma uno al 10º dígito de puntuación
                 (10 puntos)
       si no sube
            si no está dentro de autopista
                 vuelve
            si sí está dentro
                 suma uno al 10º dígito
```


reajusta todos los dígitos de puntuación
prepara la imagen de puntuación
muestra puntuación





ETAPA 6 *(control)*

En esta etapa, desarrollamos la rutina que controla el programa completo.

El control principal es que cuando finaliza el juego, se actualiza la puntuación del campeón y se reanuda automáticamente el juego.

- En cualquier momento, el usuario puede acabar el juego pulsando la barra espaciadora.

Te darás cuenta que las líneas 180 a 440 del listado se parecen bastante al programa de prueba que hemos estado usando.

Las rutinas que quedan por programar son las siguientes:

nombre	*línea#*	*desde(H)*	*hasta(H)*	*desde(D)*	*hasta(D)*	*cotejo*
START	180	6978H	69AEH	27000	27054	8427
OVER	15200	77DEH	77FDH	30686	30717	2491

Ahora inscribe esas rutinas en la memoria. Guárdalas junto con el módulo "rana" y guarda el módulo completo como "rana".

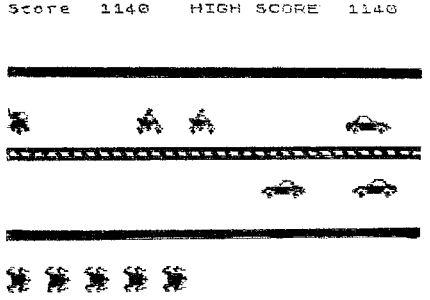
Run 27000 en lugar de 32000 y tendrás todo el programa funcionando.

OVER

```
compara todos los dígitos de HISCR y SCORE + 1
con el primer dígito distinto
       si dígito HISCR es inferior
            cambia HISCR por SCORE + 1
       si no es inferior
            vuelve

vuelve
```

Enhorabuena, y espero que hayas disfrutado con el desarrollo del programa LA RANA SUICIDA.



```
                00100 ;********** FREEWAY FROG **********
                00110 ;
                00120 ;
                00130 ;
                00140 ;
                00150 ;
6978            00160           ORG     27000
                00170 ;
6978 F3         00180 START     DI              ;DISABLE BASIC SYSTEM AFFECTING
6979 D9         00190           EXX             ;THE KEYBOARD SCANNING
697A E5         00200           PUSH    HL      ;PRESERVE THE HL' REGISTER PAIR
697B D9         00210           EXX             ;POP BACK BEFORE RETURN
697C CD836F     00220 AGAIN     CALL    INIT    ;INITIALISATION
697F CDBD70     00230 MOVE      CALL    TFCTRL  ;TRAFFIC CONTROL ROUTINE
6982 CD5074     00240           CALL    RESPC   ;RESTORE UNDERNEATH
6985 CD0F71     00250           CALL    MOVTRF  ;MOVE TRAFFIC
6988 CD4A73     00260           CALL    POLICE  ;POLICE CAR ROUTINE
698B CDC274     00270           CALL    FROG    ;FROG MODULE
698E CD1D77     00280           CALL    CALSCR  ;CALCULATE AND DISPLAY SCORE
6991 CD8777     00290           CALL    SIREN   ;SIREN OR DELAY
6994 3A776F     00300           LD      A,(GAMFLG)      ;FINISH WHEN NO FROG
6997 A7         00310           AND     A
6998 2005       00320           JR      NZ,CONTIN
699A CDDE77     00330           CALL    OVER    ;HIGHSCORE MANAGEMENT
699D 18DD       00340           JR      AGAIN   ;NEW GAME AGAIN
699F 3E7F       00350 CONTIN    LD      A,7FH   ;TRAP SPACE KEY PRESSED
69A1 DBFE       00360           IN      A,(0FEH)        ;SCAN KEYBOARD
69A3 E601       00370           AND     1
69A5 20D8       00380           JR      NZ,MOVE
69A7 CDFE77     00390           CALL    FINAL   ;RESET SCREEN AND BORDER COLOUR
69AA D9         00400           EXX
69AB E1         00410           POP     HL      ;RETRIEVE HL'
69AC D9         00420           EXX
69AD FB         00430           EI              ;ENABLE INTERRUPTS
69AE C9         00440           RET             ;RETURN TO BASIC SYSTEM
                00450 ;
                00460 ;
69AF            00470
                00100 ;********** FROGDB/ASM  **********
                00110 ;
69AF B769       00120 FRGSHP    DEFW    FROG1           ;UP FROG
69B1 D769       00130           DEFW    FROG2           ;RIGHT FROG
69B3 F769       00140           DEFW    FROG3           ;DOWN FROG
69B5 176A       00150           DEFW    FROG4           ;LEFT FROG
69B7 6F         00160 FROG1     DB      111,15,31,159,220,216,120,48
     0F 1F 9F DC D8 78 30
69BF F6         00170           DB      246,240,248,249,59,27,30,12
     F0 F8 F9 3B 1B 1E 0C
69C7 00         00180           DB      0,1,35,37,111,79,223,255
     01 23 25 6F 4F DF FF
69CF 00         00190           DB      0,128,196,164,246,242,251,255
     80 C4 A4 F6 F2 FB FF
69D7 1F         00200 FROG2     DB      31,31,31,127,252,193,113,56
     1F 1F 7F FC C1 71 38
69DF FE         00210           DB      254,244,248,240,192,156,240,192
     F4 F8 F0 C0 9C F0 C0
69E7 38         00220           DB      56,113,193,252,127,31,31,31
```

```
     71 C1 FC 7F 1F 1F 1F
69EF C0        00230          DB      192,240,156,192,240,248,244,254
     F0 9C C0 F0 F8 F4 FE
69F7 FF        00240 FROG3    DB      255,223,79,111,37,35,1,0
     DF 4F 6F 25 23 01 00
69FF FF        00250          DB      255,251,242,246,164,196,128,0
     FB F2 F6 A4 C4 80 00
6A07 30        00260          DB      48,120,216,220,159,31,15,111
     78 D8 DC 9F 1F 0F 6F
6A0F 0C        00270          DB      12,30,27,59,249,248,240,246
     1E 1B 3B F9 F8 F0 F6
6A17 7F        00280 FROG4    DB      127,47,31,15,3,57,15,3
     2F 1F 0F 03 39 0F 03
6A1F F0        00290          DB      240,240,248,254,63,131,142,28
     F0 F8 FE 3F 83 8E 1C
6A27 03        00300          DB      3,15,57,3,15,31,47,127
     0F 39 03 0F 1F 2F 7F
6A2F 1C        00310          DB      28,142,131,63,254,248,240,240
     8E 83 3F FE F8 F0 F0
               00320 ;
               00330 ;
6A37 00        00340 LBIKE    DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6A3F 1F        00350          DB      31,63,115,81,169,112,112,32
     3F 73 51 A9 70 70 20
6A47 FE        00360          DB      254,252,252,234,213,206,14,4
     FC FC EA D5 CE 0E 04
6A4F 00        00370          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6A57 00        00380          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6A5F 01        00390          DB      1,3,1,0,3,4,14,31
     03 01 00 03 04 0E 1F
6A67 80        00400          DB      128,192,192,224,224,112,119,255
     C0 C0 E0 E0 70 77 FF
6A6F 00        00410          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
               00420 ;
6A77 00        00430 LBATT    DB      0,7,7,0
     07 07 00
6A7B 00        00440          DB      0,7,7,0
     07 07 00
               00450 ;
6A7F 00        00460 RBIKE    DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6A87 7F        00470          DB      127,63,63,87,171,115,112,32
     3F 3F 57 AB 73 70 20
6A8F F8        00480          DB      248,252,206,138,149,14,14,4
     FC CE 8A 95 0E 0E 04
6A97 00        00490          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6A9F 00        00500          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6AA7 01        00510          DB      1,3,3,7,7,14,238,255
     03 03 07 07 0E EE FF
6AAF 80        00520          DB      128,192,128,0,192,32,112,248
```


```
      C0 80 00 C0 20 70 F8
6AB7  00          00530          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
                  00540 ;
                  00550 ;
6ABF  00          00560 RBATT    DB      0,7,7,0
      07 07 00
6AC3  00          00570          DB      0,7,7,0
      07 07 00
                  00580 ;
                  00590 ;
6AC7  00          00600 LCAR     DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6ACF  00          00610          DB      0,0,3,7,15,2,0,0
      00 03 07 0F 02 00 00
6AD7  07          00620          DB      7,255,255,159,111,247,240,96
      FF FF 9F 6F F7 F0 60
6ADF  80          00630          DB      128,255,255,255,255,254,0,0
      FF FF FF FF FE 00 00
6AE7  F0          00640          DB      240,254,255,159,111,246,240,96
      FE FF 9F 6F F6 F0 60
6AEF  00          00650          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6AF7  00          00660          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6AFF  00          00670          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6B07  00          00680          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6B0F  00          00690          DB      0,0,0,0,0,63,97,193
      00 00 00 00 3F 61 C1
6B17  00          00700          DB      0,0,0,0,0,0,128,192
      00 00 00 00 00 80 C0
6B1F  00          00710          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
                  00720 ;
6B27  00          00730 LCATT    DB      0,6,6,6,6,0
      06 06 06 06 00
6B2D  00          00740          DB      0,0,0,6,6,0
      00 00 06 06 00
                  00750 ;
                  00760 ;
6B33  00          00770 RCAR     DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6B3B  0F          00780          DB      15,127,255,249,246,111,15,6
      7F FF F9 F6 6F 0F 06
6B43  01          00790          DB      1,255,255,255,255,127,0,0
      FF FF FF FF 7F 00 00
6B4B  E0          00800          DB      224,255,255,249,246,239,15,6
      FF FF F9 F6 EF 0F 06
6B53  00          00810          DB      0,0,192,224,240,64,0,0
      00 C0 E0 F0 40 00 00
6B5B  00          00820          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6B63  00          00830          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
```

```
6B6B 00          00840          DB      0,0,0,0,0,0,1,3
     00 00 00 00 00 01 03
6B73 00          00850          DB      0,0,0,0,0,252,134,131
     00 00 00 00 FC 86 83
6B7B 00          00860          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6B83 00          00870          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6B8B 00          00880          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
                 00890 ;
6B93 00          00900 RCATT    DB      0,2,2,2,2,0
     02 02 02 02 00
6B99 00          00910          DB      0,2,2,0,0,0
     02 02 00 00 00
                 00920 ;
                 00930 ;
6B9F 00          00940 LTRUCK   DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6BA7 1F          00950          DB      31,31,31,62,61,59,3,1
     1F 1F 3E 3D 3B 03 01
6BAF F8          00960          DB      248,252,254,127,184,216,192,128
     FC FE 7F B8 DB C0 80
6BB7 FF          00970          DB      255,255,255,255,6,15,15,6
     FF FF FF 06 0F 0F 06
6BBF FF          00980          DB      255,255,255,0,0,0,0,0
     FF FF 00 00 00 00 00
6BC7 FF          00990          DB      255,255,255,0,0,0,0,0
     FF FF 00 00 00 00 00
6BCF FF          01000          DB      255,255,255,0,6,15,15,6
     FF FF 00 06 0F 0F 06
6BD7 FE          01010          DB      254,254,254,4,50,122,122,48
     FE FE 04 32 7A 7A 30
6BDF 00          01020          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6BE7 00          01030          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6BEF 00          01040          DB      0,0,7,9,17,17,31,31
     00 07 09 11 11 1F 1F
6BF7 02          01050          DB      2,2,250,250,254,252,252,248
     02 FA FA FE FC FC F8
6BFF FF          01060          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
     FF FF FF FF FF FF FF
6C07 FF          01070          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
     FF FF FF FF FF FF FF
6C0F FF          01080          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
     FF FF FF FF FF FF FF
6C17 FF          01090          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
     FF FF FF FF FF FF FF
6C1F FE          01100          DB      254,254,254,254,254,254,254,254
     FE FE FE FE FE FE FE
6C27 00          01110          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6C2F 00          01120          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6C37 00          01130          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
```


```
      00 00 00 00 00 00 00 00
6C3F 00          01140          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00 00
6C47 00          01150          DB      0,0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6C4F 00          01160          DB      0,0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6C57 00          01170          DB      0,0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6C5F 00          01180          DB      0,0,0,0,0,0,255,255,255
      00 00 00 00 FF FF FF
6C67 00          01190          DB      0,0,0,0,0,0,254,254,254
      00 00 00 00 FE FE FE
6C6F 00          01200          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00 00
                 01210 ;
                 01220 ;
6C77 00          01230 LTATT    DB      0,3,3,5,5,5,5,5,5,0
      03 03 05 05 05 05 05 00
6C80 00          01240          DB      0,3,3,5,5,5,5,5,5,0
      03 03 05 05 05 05 05 00
6C89 00          01250          DB      0,0,0,5,5,5,5,5,5,0
      00 00 05 05 05 05 05 00
                 01260 ;
                 01270 ;
6C92 00          01280 RTRUCK   DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6C9A 7F          01290          DB      127,127,127,32,76,94,94,12
      7F 7F 20 4C 5E 5E 0C
6CA2 FF          01300          DB      255,255,255,0,96,240,240,96
      FF FF 00 60 F0 F0 60
6CAA FF          01310          DB      255,255,255,0,0,0,0,0
      FF FF 00 00 00 00 00
6CB2 FF          01320          DB      255,255,255,0,0,0,0,0
      FF FF 00 00 00 00 00
6CBA FF          01330          DB      255,255,255,255,96,240,240,96
      FF FF FF 60 F0 F0 60
6CC2 1F          01340          DB      31,63,127,254,29,27,3,1
      3F 7F FE 1D 1B 03 01
6CCA F8          01350          DB      248,248,248,124,188,220,192,128
      F8 F8 7C BC DC C0 80
6CD2 00          01360          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6CDA 00          01370          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
      00 00 00 00 00 00 00
6CE2 7F          01380          DB      127,127,127,127,127,127,127,127
      7F 7F 7F 7F 7F 7F 7F
6CEA FF          01390          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
      FF FF FF FF FF FF FF
6CF2 FF          01400          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
      FF FF FF FF FF FF FF
6CFA FF          01410          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
      FF FF FF FF FF FF FF
6D02 FF          01420          DB      255,255,255,255,255,255,255,255
      FF FF FF FF FF FF FF
6D0A 40          01430          DB      64,64,95,95,127,63,63,31
```

```
     40 5F 5F 7F 3F 3F 1F
6D12 00       01440          DB      0,0,224,144,136,136,248,248
     00 E0 90 88 88 F8 F8
6D1A 00       01450          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6D22 00       01460          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6D2A 00       01470          DB      0,0,0,0,0,127,127,127
     00 00 00 00 7F 7F 7F
6D32 00       01480          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
     00 00 00 00 FF FF FF
6D3A 00       01490          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
     00 00 00 00 FF FF FF
6D42 00       01500          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
     00 00 00 00 FF FF FF
6D4A 00       01510          DB      0,0,0,0,0,255,255,255
     00 00 00 00 FF FF FF
6D52 00       01520          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6D5A 00       01530          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
6D62 00       01540          DB      0,0,0,0,0,0,0,0
     00 00 00 00 00 00 00
              01550 ;
              01560 ;
6D6A 00       01570 RTATT    DB      0,5,5,5,5,5,3,3,0
     05 05 05 05 05 03 03 00
6D73 00       01580          DB      0,5,5,5,5,5,3,3,0
     05 05 05 05 05 03 03 00
6D7C 00       01590          DB      0,5,5,5,5,5,0,0,0
     05 05 05 05 05 00 00 00
              01600 ;
              01610 ;
6D85 00       01620 BLANK    DB      0,0,0,0
     00 00 00
              01630 ;
              01640 ;
0D04          01650 FRGSTR   DS      36              ;4*8+4
0D78          01660 PCSTR    DS      120             ;12*8+12+7
              01670 ;
              01680 ;
              01690 ;******** DATA BASE ********
              01700 ;
6E25 00       01710 OB1EXT   DEFB    0               ;OBJECT 1 EXISTENCE
6E26 00       01720          DEFB    0               ;CYCLE COUNT
6E27 00       01730          DEFB    0               ;DIRECTION, 0=>RIGHT
6E28 00       01740          DEFB    0               ;OBJECT 1 POS REAL/ABS
6E29 0000     01750          DEFW    0               ;POSITION COUNTER
6E2B 0000     01760          DEFW    0               ;SHAPE POINTER
6E2D 0000     01770          DEFW    0               ;ATTRIBUTE POINTER
6E2F 00       01780          DEFB    0               ;ROW COUNTER
6E30 00       01790          DEFB    0               ;COLUMN POINTER
6E31 00       01800 OB2EXT   DB      0,0,0,0
     00 00 00
6E35 0000     01810          DEFW    0               ;OB2 POS REAL/ABS FLAG
6E37 0000     01820          DEFW    0
```

```
6E39 0000      01830          DEFW    0
6E3B 00        01840          DB      0,0
     00
6E3D 00        01850 OB3EXT   DB      0,0,0,0
     00 00 00
6E41 0000      01860          DEFW    0
6E43 0000      01870          DEFW    0
6E45 0000      01880          DEFW    0
6E47 00        01890          DB      0,0
     00
6E49 00        01900 OB4EXT   DB      0,0,0,0
     00 00 00
6E4D 0000      01910          DEFW    0
6E4F 0000      01920          DEFW    0
6E51 0000      01930          DEFW    0
6E53 00        01940          DB      0,0
     00
6E55 00        01950 OB5EXT   DB      0,0,0,0
     00 00 00
6E59 0000      01960          DEFW    0
6E5B 0000      01970          DEFW    0
6E5D 0000      01980          DEFW    0
6E5F 00        01990          DB      0,0
     00
6E61 00        02000 OB6EXT   DB      0,0,0,0
     00 00 00
6E65 0000      02010          DEFW    0
6E67 0000      02020          DEFW    0
6E69 0000      02030          DEFW    0
6E6B 00        02040          DB      0,0
     00
               02050 ;
               02060 ;
6E6D 00        02070 PCAREXT  DEFB    0               ;POLICE CAR DATABASE
6E6E 00        02080 PCARCYC  DEFB    0
6E6F 00        02090 PCARDIR  DEFB    0
6E70 00        02100 PCARRAP  DEFB    0
6E71 0000      02110 PCARPOS  DEFW    0
6E73 0000      02120 PCARSHP  DEFW    0
6E75 0000      02130 PCARATT  DEFW    0
6E77 02        02140 PCARROW  DEFB    2
6E78 06        02150 PCARCOL  DEFB    6
               02160 ;
               02170 ;
6E79 00        02180 FRGEXT   DEFB    0               ;FROG DATABASE
6E7A 00        02190 FRGCYC   DEFB    0
6E7B 00        02200 FRGDIR   DEFB    0               ;0:UP 1:RHT 2:DWN 3:LFT
6E7C 0000      02210 FRGPOS   DEFW    0
6E7E 0000      02220 FROGSH   DEFW    0
6E80 00        02230 FRGATR   DEFB    0
               02240 ;
               02250 ;
6E81 08        02260 FRGDB    DB      8,8,1
     08 01
6E84 AC50      02270 FRGSTN   DEFW    50ACH           ;INITIAL POSITION OF FROG
6E86 B769      02280          DEFW    FROG1
```

```
6E88 04          02290          DB      4               ;ATTR. TOTAL 8 CHARS
                 02300 ;
                 02310 ;
6E89 956E        02320 DBINDEX  DEFW    RBDB            ;RIGHT BYTE DB
6E8B A16E        02330          DEFW    LBDB            ;LEFT BIKE DB
6E8D AD6E        02340          DEFW    RCDB            ;RIGHT CAR DB
6E8F B96E        02350          DEFW    LCDB            ;LEFT CAR DB
6E91 C56E        02360          DEFW    RTDB            ;RIGHT TRUCK DB
6E93 D16E        02370          DEFW    LTDB            ;LEFT TRUCK DB
                 02380 ;
                 02390 ;
6E95 02          02400 RBDB     DB      2,1,0,0         ;EXT CNT DIR RAF
     01 00 00
6E99 1D48        02410          DEFW    481DH           ;POS
6E9B 7F6A        02420          DEFW    RBIKE           ;RIGHT BIKE
6E9D BF6A        02430          DEFW    RBATT           ;ATTRIBUTE
6E9F 02          02440          DB      2,4             ;ROW COL
     04
                 02450 ;
                 02460 ;
6EA1 02          02470 LBDB     DB      2,1,1,1
     01 01 01
6EA5 DF48        02480          DEFW    48DFH
6EA7 376A        02490          DEFW    LBIKE
6EA9 776A        02500          DEFW    LBATT
6EAB 02          02510          DB      2,4
     04
                 02520 ;
                 02530 ;
6EAD 03          02540 RCDB     DB      3,1,0,0
     01 00 00
6EB1 1B48        02550          DEFW    481BH
6EB3 336B        02560          DEFW    RCAR
6EB5 936B        02570          DEFW    RCATT
6EB7 02          02580          DB      2,6
     06
                 02590 ;
                 02600 ;
6EB9 03          02610 LCDB     DB      3,1,1,1
     01 01 01
6EBD DF48        02620          DEFW    48DFH
6EBF C76A        02630          DEFW    LCAR
6EC1 276B        02640          DEFW    LCATT
6EC3 02          02650          DB      2,6
     06
                 02660 ;
                 02670 ;
6EC5 06          02680 RTDB     DB      6,1,0,0
     01 00 00
6EC9 1848        02690          DEFW    4818H
6ECB 926C        02700          DEFW    RTRUCK
6ECD 6A6D        02710          DEFW    RTATT
6ECF 03          02720          DB      3,9
     09
                 02730 ;
                 02740 ;
```

```
6ED1 06        02750 LTDB    DB       6,1,1,1
     01 01 01
6ED5 DF48      02760         DEFW     48DFH
6ED7 9F6B      02770         DEFW     LTRUCK
6ED9 776C      02780         DEFW     LTATT
6EDB 03        02790         DB       3,9
     09
               02800 ;
               02810 ;
6EDD 01        02820 LPCDB   DB       1,1,1,1
     01 01 01
6EE1 DF48      02830         DEFW     48DFH
6EE3 C76A      02840         DEFW     LCAR
6EE5 E96E      02850         DEFW     LPCATT
6EE7 02        02860         DB       2,6
     06
               02870 ;
               02880 ;
6EE9 00        02890 LPCATT  DB       0,5,5,5,5,0
     05 05 05  05 00
6EEF 00        02900         DB       0,0,0,5,5,0
     00 00 05  05 00
               02910 ;
               02920 ;
6EF5 01        02930 RPCDB   DB       1,1,0,0
     01 00 00
6EF9 1B48      02940         DEFW     481BH
6EFB 336B      02950         DEFW     RCAR
6EFD 016F      02960         DEFW     RPCATT
6EFF 02        02970         DB       2,6
     06
               02980 ;
               02990 ;
6F01 00        03000 RPCATT  DB       0,5,5,5,5,0
     05 05 05  05 00
6F07 00        03010         DB       0,5,5,0,0,0
     05 05 00  00 00
               03020 ;
               03030 ;
               00480 ;
               00490 ;
6F0D 29        00500 PCTON1  DB       41,0,0F0H,1      ;FIRST POLICE CAR TONE
     00 F0 01
6F11 17        00510 PCTON2  DB       23,0,8CH,3       ;SECOND POLICE CAR TONE
     00 8C 03
               00520 ;
               00530 ;
6F15 46        00540 HOMTON  DB       46H,0,0C7H,4     ;FROG REACH HOME TONE
     00 C7 04
6F19 5D        00550         DB       5DH,0,8CH,3
     00 8C 03
6F1D 7C        00560         DB       7CH,0,0A1H,2
     00 A1 02
6F21 AA        00570         DB       0AAH,0,0F1H,1
     00 F1 01
6F25 DE        00580         DB       0DEH,0,6DH,1
```

```
     00 6D 01
6F29 28          00590          DB       28H,1,9,1
     01 09 01
6F2D 8B          00600          DB       8BH,1,0BFH,0
     01 BF 00
6F31 0F          00610          DB       0FH,2,88H,0
     02 88 00
6F35 C0          00620          DB       0C0H,2,5EH,0
     02 5E 00
6F39 84          00630 DIETON   DB       84H,3,43H,0      ;FROG DYING TONE,REVERSE
     03 43 00
                 00640 ;
                 00650 ;
6F3D 53          00660 SCRMS1   DM       'Score '
     63 6F 72 65 20
6F43 30          00670 SCORE    DB       30H,30H,30H,30H,30H,30H
     30 30 30 30 30
6F49 48          00680 SCRMS2   DM       'HIGH SCORE '
     49 47 48 20 53 43 4F 52
     45 20
6F54 30          00690 HISCR    DB       30H,30H,30H,30H,30H
     30 30 30 30
                 00700 ;
                 00710 ;
0005             00720 IMAGE    DS       5        ;PRINTING IMAGE OF SCORE
6F5E 00          00730 UPDWN    DEFB     0        ;SET WHEN FROG MOVES UP OR DOWN
                 00740 ;
                 00750 ;
6F5F 00          00760 COLUMN   DB       0        ;VARIABLE STORING SHAPE COLUMN
6F60 00          00770 ROW      DB       0        ;VARIABLE STORING SHAPE ROW
6F61 00          00780 SKIP     DEFB     0        ;CHAR SKIPPING DURING DRAW
6F62 00          00790 FILL     DEFB     0        ;CHAR DRAWN
6F63 0000        00800 ATTPOS   DEFW     0        ;HOLDING THE ATTRIBUTE FILE PTR
6F65 00          00810 ATTR     DB       0        ;ATTR OF CHARACTER BLOCK DRAWN
6F66 0000        00820 DRWPOS   DEFW     0        ;DRAW POSITION
6F68 0000        00830 STRPOS   DEFW     0        ;STORE POSITION
                 00840 ;
                 00850 ;
6F6A 0000        00860 ATTPTR   DEFW     0
6F6C 0000        00870 NEWPOS   DEFW     0        ;NEW TRAFFIC OBJJECT POSITION
6F6E 0000        00880 POSPTR   DEFW     0        ;TRAFFIC POSITION DATABASE PTR
6F70 00          00890 GENFLG   DEFB     0        ;TRAFFIC REGENERATION FLAG
                 00900 ;
                 00910 ;
6F71 00          00920 JAMFLG   DEFB     0        ;SET TO 1 AS TRAFFIC MOVE JAM
                 00930 ;
                 00940 ;
6F72 00          00950 CHASE    DEFB     0        ;SET WHEN POLICE CAR APPEARS
6F73 00          00960 SOUNDF   DEFB     0        ;SET WHEN USER WANT SIREN SOUND
6F74 00          00970 TONFLG   DEFB     0        ;DETERMINE WHICH SIREN TONE
6F75 0000        00980 RND      DEFW     0        ;POINTER TO ROM FOR RANDOM NO
                 00990 ;
                 01000 ;
6F77 01          01010 GAMFLG   DEFB     1        ;END IF ZERO
6F78 0000        01020 OLDFRG   DEFW     0        ;OLD FROG POS
6F7A 0000        01030 NEWFRG   DEFW     0        ;NEW FROG POS
```


```
6F7C 00        01040 CRHFLG  DEFB    0         ;SET TO 1 WHEN FROG WAS CRASH
6F7D 00        01050 TEMDIR  DEFB    0         ;FROG TEMPORARY NEW DIRECTION
6F7E 0000      01060 TEMPOS  DEFW    0         ;FROG TEMPORARY NEW POSITION
6F80 0000      01070 TEMSHP  DEFW    0         ;FROG TEMPORARY NEW SHAPE
               01080 ;
               01090 ;
5020           01100 BOTHY1  EQU     5020H     ;0,38. 0,39
5120           01110 BOTHY2  EQU     5120H
46A0           01120 TOPHY1  EQU     46A0H     ;0,128. 0,129
47A0           01130 TOPHY2  EQU     47A0H
4B60           01140 MIDHY1  EQU     4B60H     ;x,83. x,84
4C60           01150 MIDHY2  EQU     4C60H
               01160 ;
               01170 ;
3C00           01180 CHRSET  EQU     3C00H     ;FIRST 256 BYTES NOTHING
               01190 ;
               01200 ;
6F82 05        01210 NUMFRG  DEFB    5         ;NUMBER OF FROG
               01220 ;
               01230 ;
6F83 AF        01240 INIT    XOR     A                   ;000 FOR D2 D1 D0
6F84 D3FE      01250         OUT     (0FEH),A            ;SET BORDER COLOUR
6F86 32485C    01260         LD      (23624),A           ;TO BLACK
6F89 327C6F    01270         LD      (CRHFLG),A
6F8C 32796E    01280         LD      (FRGEXT),A          ;SET FROG NON EXIST
6F8F 3C        01290         INC     A
6F90 32776F    01300         LD      (GAMFLG),A          ;SET GAME FLAG
6F93 3E05      01310         LD      A,5                 ;INITIALISE FROG NO
6F95 32826F    01320         LD      (NUMFRG),A
6F98 ED5F      01330         LD      A,R                 ;GENERATE RANDOM PTR
6F9A E63F      01340         AND     3FH                 ;FOR THIS CYCLE
6F9C 67        01350         LD      H,A                 ;PTR POINTS TO ROM
6F9D ED5F      01360         LD      A,R
6F9F 6F        01370         LD      L,A
6FA0 22756F    01380         LD      (RND),HL
6FA3 21AC50    01390         LD      HL,50ACH            ;INIT FROG STATION
6FA6 22846E    01400         LD      (FRGSTN),HL
6FA9 CDD772    01410         CALL    CLRSCR              ;CLEAR SCREEN ROUTINE
6FAC CD0B70    01420         CALL    DRWHWY              ;DRAW HIGHWAY
6FAF CD5570    01430         CALL    LINEUP              ;LINE UP ALL EXIST FROGS
6FB2 210040    01440         LD      HL,4000H            ;MESSAGE LOCATION
6FB5 113D6F    01450         LD      DE,SCRMS1           ;LOAD SCORE MESSAGE
6FB8 0606      01460         LD      B,6
6FBA CD2873    01470         CALL    DISASC              ;DISPLAY ASCII CHARACTER
6FBD 21446F    01480         LD      HL,SCORE+1          ;PRINT SCORE
6FC0 CD6F77    01490         CALL    SCRIMG              ;CONVERT TO PRINTABLE IMAGE
MG
6FC3 210640    01500         LD      HL,4006H
6FC6 11596F    01510         LD      DE,IMAGE
6FC9 0605      01520         LD      B,5
6FCB CD2873    01530         CALL    DISASC
6FCE 210E40    01540         LD      HL,400EH            ;HIGH SCORE MESSAGE
6FD1 11496F    01550         LD      DE,SCRMS2
6FD4 060B      01560         LD      B,11
6FD6 CD2873    01570         CALL    DISASC
6FD9 21546F    01580         LD      HL,HISCR
6FDC CD6F77    01590         CALL    SCRIMG
```

```
6FDF 211940     01600           LD      HL,4019H
6FE2 11596F     01610           LD      DE,IMAGE
6FE5 0605       01620           LD      B,5
6FE7 CD2873     01630           CALL    DISASC
6FEA 21256E     01640           LD      HL,OB1EXT       ;SET ALL OBJ NONEXIST
6FED 110C00     01650           LD      DE,12
6FF0 0607       01660           LD      B,7
6FF2 AF         01670           XOR     A
6FF3 77         01680 INTLP1    LD      (HL),A
6FF4 19         01690           ADD     HL,DE
6FF5 10FC       01700           DJNZ    INTLP1
6FF7 32726F     01710           LD      (CHASE),A       ;SET NO POLICE CAR CHASE
6FFA 3C         01720           INC     A
6FFB 32736F     01730           LD      (SOUNDF),A      ;SET SIREN ON
6FFE 21436F     01740           LD      HL,SCORE        ;INITIALISE SCORE TO
7001 11446F     01750           LD      DE,SCORE+1      ;ASCII ZERO ie 30H
7004 0E05       01760           LD      C,5
7006 3630       01770           LD      (HL),30H
7008 EDB0       01780           LDIR                    ;INIT SCORE TO 30H
700A C9         01790           RET
                01800 ;
                01810 ;
700B 21A040     01820 DRWHWY    LD      HL,40A0H        ;FILL TOP HWY
700E CD4170     01830           CALL    FILHWY
7011 216048     01840           LD      HL,4860H        ;FILL MIDDLE HWY
7014 CD4170     01850           CALL    FILHWY
7017 212050     01860           LD      HL,5020H        ;FILL BOTTOM HWY
701A CD4170     01870           CALL    FILHWY
701D 21A046     01880           LD      HL,TOPHY1       ;REVERSE BUILT HIGHWAY
7020 11A047     01890           LD      DE,TOPHY2
7023 AF         01900           XOR     A
7024 CD3870     01910           CALL    HIGHWY
7027 212050     01920           LD      HL,BOTHY1
702A 112051     01930           LD      DE,BOTHY2
702D CD3870     01940           CALL    HIGHWY
7030 21604B     01950           LD      HL,MIDHY1
7033 11604C     01960           LD      DE,MIDHY2
7036 3EC3       01970           LD      A,195           ;BIN 11000011
7038 0620       01980 HIGHWY    LD      B,32            ;32*8 BITS
703A 77         01990 HWYLOP    LD      (HL),A
703B 12         02000           LD      (DE),A
703C 23         02010           INC     HL
703D 13         02020           INC     DE
703E 10FA       02030           DJNZ    HWYLOP
7040 C9         02040           RET
                02050 ;
                02060 ;
7041 3EFF       02070 FILHWY    LD      A,0FFH
7043 D9         02080           EXX
7044 0620       02090           LD      B,32
7046 D9         02100 FILHYL    EXX
7047 E5         02110           PUSH    HL
7048 0608       02120           LD      B,8
704A 77         02130 FILCHR    LD      (HL),A
704B 24         02140           INC     H
704C 10FC       02150           DJNZ    FILCHR
```


```
704E E1        02160          POP     HL
704F 23        02170          INC     HL
7050 D9        02180          EXX
7051 10F3      02190          DJNZ    FILHYL
7053 D9        02200          EXX
7054 C9        02210          RET
               02220 ;
               02230 ;
               02240 ;********  LINEUP  *********
               02250 ;
               02260 ;        draw all frogs left on the screen
               02270 ;
               02280 ;
7055 3E01      02290 LINEUP   LD      A,1             ;RIGHT FROG
7057 327B6E    02300          LD      (FRGDIR),A
705A 11D769    02310          LD      DE,FROG2        ;RIGHT FROG SHAPE
705D 2A846E    02320          LD      HL,(FRGSTN)     ;FROG STATION
7060 3E04      02330          LD      A,4             ;(PAPER 0)*8+(INK 4)
7062 32656F    02340          LD      (ATTR),A
7065 3A826F    02350          LD      A,(NUMFRG)      ;NUMBER OF FROG
7068 A7        02360          AND     A               ;TEST FOR NO FROG LEFT
7069 C8        02370          RET     Z
706A 47        02380          LD      B,A             ;NUMBER OF FROG TIMES
706B C5        02390 DRAWLN   PUSH    BC
706C D5        02400          PUSH    DE
706D E5        02410          PUSH    HL
706E CD7A70    02420          CALL    DRWFRG          ;DRAW FROG ROUTINE
7071 E1        02430          POP     HL
7072 D1        02440          POP     DE
7073 2B        02450          DEC     HL
7074 2B        02460          DEC     HL
7075 2B        02470          DEC     HL
7076 C1        02480          POP     BC
7077 10F2      02490          DJNZ    DRAWLN
7079 C9        02500          RET
               02510 ;
               02520 ;
               02530 ;********  DRWFRG  ********
               02540 ;
               02550 ;        similar to DRAW routine
               02560 ;
707A 3E02      02570 DRWFRG   LD      A,2             ;TWO ROW FROG SHAPE
707C 08        02580          EX      AF,AF'
707D E5        02590          PUSH    HL              ;STORE POS PTR
707E E5        02600 FRGLP0   PUSH    HL
707F 0E02      02610          LD      C,2             ;COLUMN COUNT
7081 E5        02620 FRGLP1   PUSH    HL
7082 0608      02630          LD      B,8             ;DRAW CHARACTER
7084 1A        02640 FRGLP2   LD      A,(DE)
7085 77        02650          LD      (HL),A
7086 13        02660          INC     DE
7087 24        02670          INC     H               ;NEXT BYTE OF THE CHAR
7088 10FA      02680          DJNZ    FRGLP2
708A E1        02690          POP     HL              ;CURRENT POINTER
708B 23        02700          INC     HL              ;MOVE TO NEXT CHAR POS
708C 0D        02710          DEC     C               ;DECR COLUMN COUNT
```

```
708D 20F2      02720          JR      NZ,FRGLP1
708F E1        02730          POP     HL              ;ROW PTR
7090 08        02740          EX      AF,AF'
7091 3D        02750          DEC     A               ;DEC LINES OF CHAR
7092 0E20      02760          LD      C,32
7094 280E      02770          JR      Z,FRGATT        ;LOAD FROG ATTRIBUTE
7096 08        02780          EX      AF,AF'
7097 A7        02790          AND     A
7098 ED42      02800          SBC     HL,BC           ;MOVE 32 CHAR/1 LINE UP
709A CB44      02810          BIT     0,H             ;TEST CROSS SCR SECTION
709C 28E0      02820          JR      Z,FRGLP0
709E 7C        02830          LD      A,H
709F D607      02840          SUB     7               ;UP ONE SCREEN SECTION
70A1 67        02850          LD      H,A
70A2 18DA      02860          JR      FRGLP0
70A4 E1        02870 FRGATT   POP     HL              ;POS PTR
70A5 7C        02880          LD      A,H             ;CONVERT TO ATTRIBUTE PTR
70A6 E618      02890          AND     18H
70A8 CB2F      02900          SRA     A
70AA CB2F      02910          SRA     A
70AC CB2F      02920          SRA     A
70AE C658      02930          ADD     A,58H
70B0 67        02940          LD      H,A
70B1 3A656F    02950          LD      A,(ATTR)        ;FILL FROG SHAPE ATTR
70B4 77        02960          LD      (HL),A
70B5 23        02970          INC     HL              ;NEXT CHARACTER
70B6 77        02980          LD      (HL),A
70B7 ED42      02990          SBC     HL,BC           ;ONE LINE UP
70B9 77        03000          LD      (HL),A
70BA 2B        03010          DEC     HL              ;NEXT CHAR LEFT
70BB 77        03020          LD      (HL),A
70BC C9        03030          RET
               03040 ;
               03050 ;******** TFCTRL ********
               03060 ;
               03070 ;        Traffic control routine
               03080 ;
70BD 21706F    03090 TFCTRL   LD      HL,GENFLG       ;CHECK REGENERATION FLAG
70C0 AF        03100          XOR     A
70C1 BE        03110          CP      (HL)
70C2 2802      03120          JR      Z,GENER         ;IF ZERO, TEST GENERATE
70C4 35        03130          DEC     (HL)            ;DECR GENERATION FLAG
70C5 C9        03140          RET
70C6 21256E    03150 GENER    LD      HL,OB1EXT       ;START OF TRAFFIC DB
70C9 110C00    03160          LD      DE,12           ;12 BYTE DATABASE
70CC 0606      03170          LD      B,6             ;6 DB PAIRS
70CE BE        03180 TCTRLP   CP      (HL)            ;TEST EXISTENCE
70CF 2004      03190          JR      NZ,NSPACE
70D1 CDD970    03200          CALL    REGEN           ;REGENERATION ROUTINE
70D4 C9        03210          RET
70D5 19        03220 NSPACE   ADD     HL,DE
70D6 10F6      03230          DJNZ    TCTRLP
70D8 C9        03240          RET
               03250 ;
               03260 ;
               03270 ;******** REGEN ********
```


```
                03280 ;
                03290 ;       regeneration of TRAFFIC
                03300 ;       INPUT:  HL=>DB PAIRS
                03310 ;
70D9 E5         03320 REGEN   PUSH    HL
70DA CDCC77     03330 RAND1   CALL    RANDNO          ;RANDOM NUMBER ROUTINE
70DD E607       03340         AND     7               ;GENERATE RANDOM NUMBER
70DF FE06       03350         CP      6               ;FROM 0 TO 5
70E1 30F7       03360         JR      NC,RAND1
70E3 012159     03370         LD      BC,5921H        ;TWO CHAR TEST
70E6 212059     03380         LD      HL,5920H        ;TEST JAM
70E9 CB47       03390         BIT     0,A             ;ODD NUMBER IS LEFT
70EB 2804       03400         JR      Z,RTRAF         ;RIGHT TRAFFIC
70ED 2EDF       03410         LD      L,0DFH
70EF 0EDE       03420         LD      C,0DEH
70F1 87         03430 RTRAF   ADD     A,A             ;GET DBINDEX PTR IN DE
70F2 5F         03440         LD      E,A
70F3 0A         03450         LD      A,(BC)          ;TEST 2 CHAR AHEAD
70F4 86         03460         ADD     A,(HL)
70F5 A7         03470         AND     A               ;ZERO PAPER, ZERO INK
70F6 2802       03480         JR      Z,LOADDB        ;IF 0, INITIALISE NEW OBJ
70F8 E1         03490         POP     HL              ;IF JAM, RETURN
70F9 C9         03500         RET
70FA 57         03510 LOADDB  LD      D,A             ;A=0
70FB 21896E     03520         LD      HL,DBINDEX      ;GET DB
70FE 19         03530         ADD     HL,DE
70FF 5E         03540         LD      E,(HL)          ;GET CORR DATABASE
7100 23         03550         INC     HL
7101 56         03560         LD      D,(HL)
7102 EB         03570         EX      DE,HL           ;SOURCE
7103 D1         03580         POP     DE              ;DESTINATION
7104 010C00     03590         LD      BC,12
7107 EDB0       03600         LDIR
7109 3E02       03610         LD      A,2             ;SET REGENRATION FLAG
710B 32706F     03620         LD      (GENFLG),A      ;SKIP FOR 2 CYCLES
710E C9         03630         RET
                03640 ;
                03650 ;
                03660 ;******** MOVTRF ********
                03670 ;
                03680 ;       MOVE TRAFFIC ROUTINE
                03690 ;
710F D9         03700 MOVTRF  EXX
7110 21256E     03710         LD      HL,OB1EXT
7113 110C00     03720         LD      DE,12
7116 0606       03730         LD      B,6
7118 E5         03740 MTRFLP  PUSH    HL
7119 D9         03750         EXX
711A E1         03760         POP     HL              ;EXISTENCE
711B 7E         03770         LD      A,(HL)          ;SKIP WHEN NO EXIST
711C A7         03780         AND     A
711D CAA771     03790         JP      Z,NXTMOV
7120 23         03800         INC     HL              ;CYCLE COUNT
7121 35         03810         DEC     (HL)            ;DECR CYCLE COUNT
7122 C2A771     03820         JP      NZ,NXTMOV
7125 23         03830         INC     HL              ;DIRECTION
```

```
7126 7E         03840          LD      A,(HL)          ;0 L TO R, 1 R TO L
7127 23         03850          INC     HL
7128 23         03860          INC     HL
7129 226E6F     03870          LD      (POSPTR),HL     ;POS PTR
712C 5E         03880          LD      E,(HL)          ;RESTORE POS
712D 23         03890          INC     HL
712E 56         03900          LD      D,(HL)
712F 1C         03910          INC     E               ;MOVE RIGHT
7130 A7         03920          AND     A
7131 2802       03930          JR      Z,LDPOS
7133 1D         03940          DEC     E               ;MOVE LEFT
7134 1D         03950          DEC     E               ;MOVE LEFT
7135 ED536C6F   03960 LDPOS    LD      (NEWPOS),DE
7139 08         03970          EX      AF,AF'
713A 010500     03980          LD      BC,5            ;RESTORE OBJ LENGHT
713D 09         03990          ADD     HL,BC
713E 7E         04000          LD      A,(HL)          ;ROW
713F 32606F     04010          LD      (ROW),A
7142 23         04020          INC     HL
7143 7E         04030          LD      A,(HL)          ;COLUMN
7144 325F6F     04040          LD      (COLUMN),A
7147 3D         04050          DEC     A
7148 4F         04060          LD      C,A
7149 08         04070          EX      AF,AF'
714A A7         04080          AND     A               ;TEST DIRECTION
714B EB         04090          EX      DE,HL
714C 2008       04100          JR      NZ,RTOL         ;RIGHT TO LEFT
714E 09         04110          ADD     HL,BC           ;FIND HEAD OF TRUCK
714F 7D         04120          LD      A,L             ;LOB
7150 FE40       04130          CP      40H             ;TEST RIGHT EDGE
7152 3046       04140          JR      NC,MOVEOK       ;SKIP TEST AHEAD IF OFF
7154 1805       04150          JR      TESTAH          ;TEST AHEAD
7156 7D         04160 RTOL     LD      A,L             ;NEW POS, AHEAD AS WELL
7157 FEC0       04170          CP      0C0H            ;TEST LEFT EDGE
7159 383F       04180          JR      C,MOVEOK        ;SKIP TEST AHEAD
715B 7C         04190 TESTAH   LD      A,H             ;COVERT TO ATTR
715C E618       04200          AND     18H
715E CB2F       04210          SRA     A
7160 CB2F       04220          SRA     A
7162 CB2F       04230          SRA     A
7164 C658       04240          ADD     A,58H
7166 67         04250          LD      H,A
7167 012000     04260          LD      BC,32
716A AF         04270          XOR     A
716B 32716F     04280          LD      (JAMFLG),A      ;INITIALISE JAM FLAG
716E 3A606F     04290          LD      A,(ROW)
7171 08         04300 TAHLOP   EX      AF,AF'
7172 7E         04310          LD      A,(HL)          ;RETRIEVE ATTR
7173 E607       04320          AND     7
7175 280E       04330          JR      Z,TFROG1        ;JUMP IF BLACK INK
7177 FE04       04340          CP      4               ;TEST FOR GREEN,FROG
7179 2007       04350          JR      NZ,JAM1         ;JAM IF NOT A FROG
717B 3E01       04360          LD      A,1             ;MOVE IF IT IS FROG
717D 327C6F     04370          LD      (CRHFLG),A      ;SET FROG CRASH
7180 1803       04380          JR      TFROG1
7182 32716F     04390 JAM1     LD      (JAMFLG),A      ;SET JAMFLG NON ZERO
```


```
7185 A7          04400 TFROG1  AND     A
7186 ED42        04410         SBC     HL,BC
7188 08          04420         EX      AF,AF'
7189 3D          04430         DEC     A                 ;UPDATE ROW
718A 20E5        04440         JR      NZ,TAHLOP
718C 3A716F      04450         LD      A,(JAMFLG)        ;TEST TRAFFIC JAM
718F A7          04460         AND     A
7190 2808        04470         JR      Z,MOVEOK          ;MOVE IF NO JAM
7192 D9          04480         EXX                       ;ELSE STOP MOVE ONE CYCLE
7193 23          04490         INC     HL
7194 34          04500         INC     (HL)              ;LOAD 2 TO CYCLE COUNT
7195 34          04510         INC     (HL)
7196 2B          04520         DEC     HL
7197 D9          04530         EXX
7198 180D        04540         JR      NXTMOV
719A 2A6E6F      04550 MOVEOK  LD      HL,(POSPTR)       ;RETRIEVE PTR TO POS
719D ED5B6C6F    04560         LD      DE,(NEWPOS)
71A1 73          04570         LD      (HL),E            ;STORE NEWPOS IN DB
71A2 23          04580         INC     HL
71A3 72          04590         LD      (HL),D
71A4 CDAF71      04600         CALL    MVCTRL            ;MOVEMENT CONTROL
71A7 D9          04610 NXTMOV  EXX
71A8 19          04620         ADD     HL,DE
71A9 05          04630         DEC     B
71AA C21871      04640         JP      NZ,MTRFLP
71AD D9          04650         EXX
71AE C9          04660         RET
                 04670 ;
                 04680 ;******** MVCTRL  ********
                 04690 ;
                 04700 ;       Traffic movement control routine
                 04710 ;
71AF 2B          04720 MVCTRL  DEC     HL
71B0 2B          04730         DEC     HL                ;DE=>NEWPOS, HL=>DB PTR
71B1 7B          04740         LD      A,E               ;LOB POS
71B2 E61F        04750         AND     1FH               ;TEST EDGE
71B4 2005        04760         JR      NZ,CHGRAF         ;CHANGE REAL ABS FLAG
71B6 7E          04770         LD      A,(HL)
71B7 3C          04780         INC     A
71B8 E601        04790         AND     1
71BA 77          04800         LD      (HL),A
71BB 2B          04810 CHGRAF  DEC     HL                ;PT DIR
71BC 7E          04820         LD      A,(HL)
71BD A7          04830         AND     A
71BE 200F        04840         JR      NZ,TOLEFT         ;RIGHT TO LEFT
71C0 7B          04850         LD      A,E
71C1 E61F        04860         AND     1FH               ;IF TO RIGHT AND ABS
71C3 201B        04870         JR      NZ,DRWOBJ
71C5 23          04880         INC     HL                ;GET RAF
71C6 7E          04890         LD      A,(HL)
71C7 2B          04900         DEC     HL                ;PT TO DIR
71C8 A7          04910         AND     A                 ;IF ABSTRACT, DIES
71C9 2015        04920         JR      NZ,DRWOBJ
71CB D9          04930         EXX
71CC 77          04940         LD      (HL),A            ;SET NON EXISTENCE
71CD D9          04950         EXX
```

```
71CE C9          04960          RET
71CF 3A5F6F      04970 TOLEFT   LD      A,(COLUMN)
71D2 4F          04980          LD      C,A
71D3 EB          04990          EX      DE,HL           ;TEST END OF OBJECT
71D4 09          05000          ADD     HL,BC           ;TOUCHES LEFT EDGE
71D5 7D          05010          LD      A,L
71D6 FEC0        05020          CP      0C0H
71D8 EB          05030          EX      DE,HL
71D9 2005        05040          JR      NZ,DRWOBJ
71DB D9          05050          EXX                     ;OBJECT NONEXIST AS
71DC 3600        05060          LD      (HL),0          ;IT MOVES OFF SCREEN
71DE D9          05070          EXX
71DF C9          05080          RET
71E0 D9          05090 DRWOBJ   EXX
71E1 7E          05100          LD      A,(HL)
71E2 23          05110          INC     HL
71E3 77          05120          LD      (HL),A          ;REFILL CYCLE COUNT
71E4 2B          05130          DEC     HL
71E5 D9          05140          EXX
71E6 23          05150          INC     HL
71E7 E5          05160          PUSH    HL              ;PT TO RAF
71E8 23          05170          INC     HL
71E9 23          05180          INC     HL
71EA 23          05190          INC     HL
71EB 5E          05200          LD      E,(HL)          ;RETRIEVE SHAPE PTR
71EC 23          05210          INC     HL
71ED 56          05220          LD      D,(HL)
71EE 23          05230          INC     HL
71EF 4E          05240          LD      C,(HL)          ;RETRIEVE ATTR PTR
71F0 23          05250          INC     HL
71F1 46          05260          LD      B,(HL)
71F2 ED436A6F    05270          LD      (ATTPTR),BC
71F6 23          05280          INC     HL
71F7 7E          05290          LD      A,(HL)
71F8 32606F      05300          LD      (ROW),A
71FB 23          05310          INC     HL
71FC 7E          05320          LD      A,(HL)
71FD 325F6F      05330          LD      (COLUMN),A
7200 E1          05340          POP     HL
7201 7E          05350          LD      A,(HL)          ;RAFLAG
7202 2A6C6F      05360          LD      HL,(NEWPOS)
7205 CD0972      05370          CALL    DRAW
7208 C9          05380          RET
                 05390 ;
                 05400 ;
                 05410 ;
                 05420 ;******** DRAW ********
                 05430 ;
                 05440 ;        INPUT : HL=>START OF DISPLAY POS
                 05450 ;                DE=>PTR TO SHAPE DB
                 05460 ;                A =>POSITION REAL/ABSTRACT FLAG
                 05470 ;                C =>NO. OF COL TO BE DISPLAY
                 05480 ;                COL PASS AS VAR
                 05490 ;
                 05500 ;        VAR     COLUMN, ROW, ATTR, DRWPOS
                 05510 ;                SKIP, FILL
```


```
                05520 ;
                05530 ;
                05540 ;         REG     : A,BC,DE,HL,A'
                05550 ;
7209 CD9672     05560 DRAW      CALL    RSHAPE          ;RETURN ROW/COL ATTPTR
720C 3A606F     05570           LD      A,(ROW)
720F 08         05580           EX      AF,AF'
7210 D5         05590 LP0       PUSH    DE
7211 E5         05600           PUSH    HL              ;STORE LINE PTR
7212 3A616F     05610           LD      A,(SKIP)
7215 4F         05620           LD      C,A
7216 0600       05630           LD      B,0
7218 09         05640           ADD     HL,BC           ;SKIP POS PTR
7219 87         05650           ADD     A,A             ;MULTIPLE OF 8 BYTES
721A 87         05660           ADD     A,A
721B 87         05670           ADD     A,A
721C 4F         05680           LD      C,A             ;SKIP SHAPE PTR
721D EB         05690           EX      DE,HL
721E 09         05700           ADD     HL,BC
721F EB         05710           EX      DE,HL
7220 CB44       05720           BIT     0,H             ;CROSS SCREEN SECTION?
7222 2804       05730           JR      Z,NOSKIP
7224 3E07       05740           LD      A,7             ;IF YES, MOVE UP
7226 84         05750           ADD     A,H
7227 67         05760           LD      H,A
7228 3A626F     05770 NOSKIP    LD      A,(FILL)
722B A7         05780           AND     A
722C 2811       05790           JR      Z,NXT
722E 4F         05800           LD      C,A             ;COLUMN TO BE FILLED
722F E5         05810 LP1       PUSH    HL              ;FILL CHARACTER
7230 0608       05820           LD      B,8
7232 1A         05830 LP2       LD      A,(DE)          ;FILL CHARACTER BYTES
7233 77         05840           LD      (HL),A
7234 13         05850           INC     DE
7235 24         05860           INC     H
7236 10FA       05870           DJNZ    LP2
7238 E1         05880           POP     HL
7239 0D         05890           DEC     C
723A 2803       05900           JR      Z,NXT
723C 23         05910           INC     HL              ;NEXT CHARACTER
723D 18F0       05920           JR      LP1
723F 08         05930 NXT       EX      AF,AF'
7240 E1         05940           POP     HL              ;RESTORE LINE PTR
7241 D1         05950           POP     DE              ;SHAPE DB PTR
7242 3D         05960           DEC     A               ;UPDATE ROW COUNT
7243 281A       05970           JR      Z,LDATTR
7245 08         05980           EX      AF,AF'
7246 A7         05990           AND     A               ;CLEAR CARRY
7247 0E20       06000           LD      C,20H
7249 ED42       06010           SBC     HL,BC           ;ONE LINE UP
724B CB44       06020           BIT     0,H             ;CROSS SCREEN SECTION?
724D 2804       06030           JR      Z,MODDB
724F 7C         06040           LD      A,H
7250 D607       06050           SUB     7
7252 67         06060           LD      H,A
7253 3A5F6F     06070 MODDB     LD      A,(COLUMN)
```

```
7256 87          06080          ADD     A,A
7257 87          06090          ADD     A,A
7258 87          06100          ADD     A,A             ;UPDATE SHAPE DB
7259 4F          06110          LD      C,A
725A EB          06120          EX      DE,HL
725B 09          06130          ADD     HL,BC
725C EB          06140          EX      DE,HL
725D 18B1        06150          JR      LP0
725F 2A636F      06160 LDATTR   LD      HL,(ATTPOS)
7262 ED5B6A6F    06170          LD      DE,(ATTPTR)
7266 3A606F      06180          LD      A,(ROW)
7269 08          06190 ATROW    EX      AF,AF'
726A D5          06200          PUSH    DE
726B E5          06210          PUSH    HL
726C 3A616F      06220          LD      A,(SKIP)
726F 4F          06230          LD      C,A
7270 0600        06240          LD      B,0
7272 09          06250          ADD     HL,BC           ;SKIP ATTRIBUTE FILE
7273 EB          06260          EX      DE,HL
7274 09          06270          ADD     HL,BC           ;SKIP ATTRIBUTE DATABASE
7275 EB          06280          EX      DE,HL
7276 3A626F      06290          LD      A,(FILL)
7279 A7          06300          AND     A
727A 2807        06310          JR      Z,SKIPAT        ;SKIP ATTRIBUTE
727C 47          06320          LD      B,A             ;FILL ATTRIBUTES
727D 1A          06330 ATTR2    LD      A,(DE)
727E 77          06340          LD      (HL),A
727F 23          06350          INC     HL
7280 13          06360          INC     DE
7281 10FA        06370          DJNZ    ATTR2
7283 E1          06380 SKIPAT   POP     HL
7284 D1          06390          POP     DE
7285 3A5F6F      06400          LD      A,(COLUMN)
7288 A7          06410          AND     A               ;CLEAR CARRY
7289 0E20        06420          LD      C,20H
728B ED42        06430          SBC     HL,BC           ;NEXT ATTRIBUTE LINE UP
728D 4F          06440          LD      C,A
728E EB          06450          EX      DE,HL
728F 09          06460          ADD     HL,BC           ;UPDATE ATTRIBUTE DB
7290 EB          06470          EX      DE,HL
7291 08          06480          EX      AF,AF'
7292 3D          06490          DEC     A
7293 20D4        06500          JR      NZ,ATROW
7295 C9          06510          RET
                 06520 ;
                 06530 ;
                 06540 ;******** RSHAPE  ********
                 06550 ;
                 06560 ;        INPUT:  HL=>POSITION
                 06570 ;                A =>REAL/ABSTRACT FLAG
                 06580 ;                DE=>SHAPE PTR
                 06590 ;                COLUMN
                 06600 ;
                 06610 ;        OUTPUT: SKIP, FILL, ATTPOS
                 06620 ;
7296 E5          06630 RSHAPE   PUSH    HL
```


```
7297 08       06640          EX      AF,AF'          ;REAL SHAPE
7298 261F     06650          LD      H,1FH
729A 7C       06660          LD      A,H
729B A5       06670          AND     L               ;TRAP LOWER 5 BITS
729C 6F       06680          LD      L,A
729D 7C       06690          LD      A,H
729E 95       06700          SUB     L               ;SUBTRACT FROM 1FH
729F 3C       06710          INC     A
72A0 A4       06720          AND     H               ;ADJUST FOR ZERO DIFF
72A1 6F       06730          LD      L,A
72A2 08       06740          EX      AF,AF'
72A3 A7       06750          AND     A               ;0=>ABSTRACT, 1=>REAL
72A4 3A5F6F   06760          LD      A,(COLUMN)
72A7 200A     06770          JR      NZ,REAL
72A9 95       06780          SUB     L
72AA 32626F   06790          LD      (FILL),A
72AD 7D       06800          LD      A,L             ;RELOAD ABS DIFF
72AE 32616F   06810          LD      (SKIP),A
72B1 1811     06820          JR      CALATT
72B3 BD       06830 REAL     CP      L               ;TAKE MIN OF COL/FILL
72B4 3807     06840          JR      C,TOOBIG        ;FILL MORE THAN COL
72B6 7D       06850          LD      A,L
72B7 A7       06860          AND     A
72B8 2003     06870          JR      NZ,TOOBIG
72BA 3A5F6F   06880          LD      A,(COLUMN)
72BD 32626F   06890 TOOBIG   LD      (FILL),A
72C0 AF       06900          XOR     A
72C1 32616F   06910          LD      (SKIP),A
72C4 E1       06920 CALATT   POP     HL              ;CALCULATE ATT PTR
72C5 E5       06930          PUSH    HL
72C6 7C       06940          LD      A,H
72C7 E618     06950          AND     18H
72C9 CB2F     06960          SRA     A
72CB CB2F     06970          SRA     A
72CD CB2F     06980          SRA     A
72CF C658     06990          ADD     A,58H
72D1 67       07000          LD      H,A
72D2 22636F   07010          LD      (ATTPOS),HL
72D5 E1       07020          POP     HL
72D6 C9       07030          RET
              07040 ;
              07050 ;
72D7 210040   07060 CLRSCR   LD      HL,4000H        ;HL=>START OF SCREEN
72DA 110140   07070          LD      DE,4001H
72DD 01FF17   07080          LD      BC,6143         ;SIZE OF SCREEN 17FFH
72E0 AF       07090          XOR     A               ;BLANK ACREEN
72E1 77       07100          LD      (HL),A
72E2 EDB0     07110          LDIR
72E4 210058   07120          LD      HL,5800H        ;SET FIRST LINE FOR SCORE
72E7 110158   07130          LD      DE,5801H        ;OF ATTRIBUTE FILE
72EA 011F00   07140          LD      BC,31
72ED 3607     07150          LD      (HL),7          ;INK SEVEN
72EF EDB0     07160          LDIR
72F1 212058   07170          LD      HL,5820H        ;SET ATTRIBUTE
72F4 112158   07180          LD      DE,5821H        ;START FROM SECOND LINE
72F7 01DF02   07190          LD      BC,735
```

```
72FA 77       07200          LD      (HL),A          ;(PAPER 0)*8 + (INK 0)
72FB EDB0     07210          LDIR
72FD 21A058   07220          LD      HL,58A0H        ;SET HIGHWAY
7300 116059   07230          LD      DE,5960H        ;HIGH, MIDDLE, BOTTOM
7303 01205A   07240          LD      BC,5A20H
7306 3E38     07250          LD      A,56            ;(PAPER 7)*8 + (INK 0)
7308 D9       07260          EXX
7309 0620     07270          LD      B,32            ;FILL ONE LINE
730B D9       07280 HWYATT   EXX
730C 77       07290          LD      (HL),A
730D 12       07300          LD      (DE),A
730E 02       07310          LD      (BC),A
730F 23       07320          INC     HL
7310 13       07330          INC     DE
7311 03       07340          INC     BC
7312 D9       07350          EXX
7313 10F6     07360          DJNZ    HWYATT
7315 D9       07370          EXX
7316 C9       07380          RET
              07390 ;
              07400 ;
7317 E5       07410 SHAPE    PUSH    HL              ;SAVE HL PTR
7318 3A7B6E   07420          LD      A,(FRGDIR)
731B 87       07430          ADD     A,A
731C 21AF69   07440          LD      HL,FRGSHP
731F 1600     07450          LD      D,0
7321 5F       07460          LD      E,A
7322 19       07470          ADD     HL,DE           ;PTR TO POS OF SHAPE
7323 5E       07480          LD      E,(HL)          ;DE RETURN SHAPE PTR
7324 23       07490          INC     HL
7325 56       07500          LD      D,(HL)
7326 E1       07510          POP     HL
7327 C9       07520          RET
              07530 ;
              07540 ;
              07550 ;******** DISASC ********
              07560 ;
              07570 ;        display ASCII value from character set
              07580 ;        NB:---- store DE, the message pointer
              07590 ;                HL stays the same after display
              07600 ;                used BC register as well
              07610 ;
              07620 ;
7328 C5       07630 DISASC   PUSH    BC
7329 D5       07640          PUSH    DE
732A E5       07650          PUSH    HL
732B 1A       07660          LD      A,(DE)          ;LOAD ASCII CHAR
732C 6F       07670          LD      L,A
732D 2600     07680          LD      H,0
732F 29       07690          ADD     HL,HL           ;MULTIPLE OF 8 BYTES
7330 29       07700          ADD     HL,HL
7331 29       07710          ADD     HL,HL
7332 EB       07720          EX      DE,HL
7333 21003C   07730          LD      HL,CHRSET       ;START OF CHARACTER SET
7336 19       07740          ADD     HL,DE
7337 EB       07750          EX      DE,HL
```


```
7338 E1        07760          POP     HL
7339 0608      07770 DRWCHR   LD      B,8             ;DRAW CHARACTER
733B E5        07780          PUSH    HL
733C 1A        07790 CHARLP   LD      A,(DE)
733D 77        07800          LD      (HL),A
733E 13        07810          INC     DE
733F 24        07820          INC     H
7340 10FA      07830          DJNZ    CHARLP
7342 E1        07840          POP     HL
7343 D1        07850          POP     DE
7344 23        07860          INC     HL              ;POS PTR
7345 13        07870          INC     DE              ;MESSAGE PTR
7346 C1        07880          POP     BC
7347 10DF      07890          DJNZ    DISASC
7349 C9        07900          RET
               07910 ;
               07920 ;
734A D9        07930 POLICE   EXX
734B 216D6E    07940          LD      HL,PCAREXT
734E 7E        07950          LD      A,(HL)          ;TEST POLICE CAR EXIST
734F E5        07960          PUSH    HL
7350 D9        07970          EXX
7351 A7        07980          AND     A
7352 2023      07990          JR      NZ,MOVPC        ;MOVE POLICE CAR
7354 D1        08000          POP     DE              ;DB EXT PTR
7355 CDCC77    08010          CALL    RANDNO          ;MOVE WHEN MULTIPLE OF
7358 E61F      08020          AND     1FH             ;31
735A FE1F      08030          CP      1FH
735C C0        08040          RET     NZ
735D 3E01      08050          LD      A,1             ;SET CHASE FLAG
735F 32726F    08060          LD      (CHASE),A
7362 21F56E    08070          LD      HL,RPCDB        ;RIGHT PC
7365 CDCC77    08080          CALL    RANDNO
7368 E601      08090          AND     1
736A 2803      08100          JR      Z,RHTPC
736C 21DD6E    08110          LD      HL,LPCDB
736F 010C00    08120 RHTPC    LD      BC,12
7372 EDB0      08130          LDIR
7374 D9        08140          EXX
7375 E5        08150          PUSH    HL
7376 D9        08160          EXX
7377 E1        08170 MOVPC    POP     HL              ;EXISTENCE PTR
7378 23        08180          INC     HL
7379 23        08190          INC     HL              ;DIRECTION
737A 7E        08200          LD      A,(HL)
737B 47        08210          LD      B,A             ;STORE DIR
737C 23        08220          INC     HL
737D 23        08230          INC     HL              ;POSPTR
737E 226E6F    08240          LD      (POSPTR),HL
7381 5E        08250          LD      E,(HL)
7382 23        08260          INC     HL
7383 56        08270          LD      D,(HL)
7384 1C        08280          INC     E               ;ASSUME MOVE RIGHT
7385 A7        08290          AND     A
7386 2802      08300          JR      Z,PCMRHT        ;POLICE CAR MOVE RIGHT
7388 1D        08310          DEC     E
```

```
7389 1D          08320           DEC     E
738A ED536C6F    08330 PCMRHT    LD      (NEWPOS),DE
738E 3E02        08340           LD      A,2             ;TWO ROW
7390 32606F      08350           LD      (ROW),A
7393 3E06        08360           LD      A,6
7395 325F6F      08370           LD      (COLUMN),A
7398 C5          08380           PUSH    BC              ;DIRECTION
7399 3A706E      08390           LD      A,(PCARRAP)     ;REAL/ABS FLAG
739C EB          08400           EX      DE,HL
739D CD9672      08410           CALL    RSHAPE          ;RET SKIP/FILL,ATTR
73A0 2A636F      08420           LD      HL,(ATTPOS)
73A3 F1          08430           POP     AF
73A4 A7          08440           AND     A               ;IF 1,OK
73A5 2004        08450           JR      NZ,PCTAH        ;POLICE CAR TEST AHEAD
73A7 010500      08460           LD      BC,5
73AA 09          08470           ADD     HL,BC
73AB 7E          08480 PCTAH     LD      A,(HL)
73AC E607        08490           AND     7
73AE 012000      08500           LD      BC,32
73B1 A7          08510           AND     A
73B2 ED42        08520           SBC     HL,BC
73B4 FE04        08530           CP      4
73B6 2807        08540           JR      Z,ISFRG2
73B8 7E          08550           LD      A,(HL)
73B9 E607        08560           AND     7
73BB FE04        08570           CP      4
73BD 2009        08580           JR      NZ,NFROG2
73BF 3E01        08590 ISFRG2    LD      A,1
73C1 327C6F      08600           LD      (CRHFLG),A      ;SET CRASH FLAG
73C4 3D          08610           DEC     A               ;BLANK COLOUR
73C5 77          08620           LD      (HL),A          ;BLANK FRONT OF PC
73C6 09          08630           ADD     HL,BC
73C7 77          08640           LD      (HL),A          ;** SHOULD BLANK FRONT*
73C8 CDDF73      08650 NFROG2    CALL    STRPC           ;STORE NEW UNDERNEATH
73CB 2A6E6F      08660           LD      HL,(POSPTR)
73CE ED5B6C6F    08670           LD      DE,(NEWPOS)
73D2 73          08680           LD      (HL),E
73D3 23          08690           INC     HL
73D4 72          08700           LD      (HL),D
73D5 CDAF71      08710           CALL    MVCTRL
73D8 D9          08720           EXX                     ;IF NON-EXIST
73D9 7E          08730           LD      A,(HL)
73DA 32726F      08740           LD      (CHASE),A
73DD D9          08750           EXX
73DE C9          08760           RET
                 08770 ;
                 08780 ;
                 08790 ;******** STRPC ********
                 08800 ;
                 08810 ;         STORE UNDERNEATH POLICE CAR
                 08820 ;
73DF 2A6C6F      08830 STRPC     LD      HL,(NEWPOS)     ;POS PTR
73E2 11AD6D      08840           LD      DE,PCSTR        ;STORAGE LOC
73E5 EB          08850           EX      DE,HL
73E6 73          08860           LD      (HL),E          ;STORE POSITION
73E7 23          08870           INC     HL
```

```
73EB 72      08880          LD      (HL),D
73E9 23      08890          INC     HL
73EA EB      08900          EX      DE,HL
73EB 21606F  08910          LD      HL,ROW          ;LOAD 5 BYTES OF INFO
73EE 7E      08920          LD      A,(HL)
73EF 010500  08930          LD      BC,5
73F2 EDB0    08940          LDIR
73F4 08      08950          EX      AF,AF'
73F5 2A6C6F  08960          LD      HL,(NEWPOS)
73F8 E5      08970 SPCLP1   PUSH    HL
73F9 3A616F  08980          LD      A,(SKIP)
73FC 4F      08990          LD      C,A
73FD 09      09000          ADD     HL,BC
73FE CB44    09010          BIT     0,H
7400 2804    09020          JR      Z,NSSPS
7402 7C      09030          LD      A,H
7403 C607    09040          ADD     A,7
7405 67      09050          LD      H,A
7406 3A626F  09060 NSSPS    LD      A,(FILL)
7409 A7      09070          AND     A
740A 280F    09080          JR      Z,NXTSPC
740C 4F      09090          LD      C,A
740D E5      09100 SPCLP2   PUSH    HL              ;RESTORE CHAR
740E 0608    09110          LD      B,8
7410 7E      09120 SPCLP3   LD      A,(HL)          ;STORE SCREEN FIRST
7411 12      09130          LD      (DE),A
7412 13      09140          INC     DE
7413 24      09150          INC     H
7414 10FA    09160          DJNZ    SPCLP3
7416 E1      09170          POP     HL
7417 23      09180          INC     HL              ;NEXT CHAR
7418 0D      09190          DEC     C
7419 20F2    09200          JR      NZ,SPCLP2
741B E1      09210 NXTSPC   POP     HL
741C 08      09220          EX      AF,AF'          ;UPD ROW COUNT
741D 3D      09230          DEC     A
741E 280F    09240          JR      Z,SPCATR        ;RESTORE POLICE ATTR
7420 08      09250          EX      AF,AF'
7421 0E20    09260          LD      C,32
7423 ED42    09270          SBC     HL,BC           ;UP ONE LINE
7425 CB44    09280          BIT     0,H             ;CROSS SCREEN SECTION?
7427 28CF    09290          JR      Z,SPCLP1
7429 7C      09300          LD      A,H
742A D607    09310          SUB     7
742C 67      09320          LD      H,A
742D 18C9    09330          JR      SPCLP1
742F 2A636F  09340 SPCATR   LD      HL,(ATTPOS)     ;ATTRIBUTE START POS
7432 3A606F  09350          LD      A,(ROW)
7435 08      09360          EX      AF,AF'
7436 E5      09370 SPCAT1   PUSH    HL
7437 3A616F  09380          LD      A,(SKIP)
743A 4F      09390          LD      C,A
743B 09      09400          ADD     HL,BC
743C 3A626F  09410          LD      A,(FILL)
743F A7      09420          AND     A
7440 2803    09430          JR      Z,NXTSPA
```

```
7442 4F       09440          LD      C,A
7443 EDB0     09450          LDIR
7445 E1       09460 NXTSPA   POP     HL
7446 08       09470          EX      AF,AF'
7447 3D       09480          DEC     A
7448 C8       09490          RET     Z
7449 08       09500          EX      AF,AF'
744A 0E20     09510          LD      C,32
744C ED42     09520          SBC     HL,BC
744E 18E6     09530          JR      SPCAT1
              09540 ;
              09550 ;
7450 3A6D6E   09560 RESPC    LD      A,(PCAREXT)     ;TEST PC EXIST
7453 A7       09570          AND     A
7454 C8       09580          RET     Z
7455 11606F   09590          LD      DE,ROW
7458 21AF6D   09600          LD      HL,PCSTR+2
745B 010500   09610          LD      BC,5
745E EDB0     09620          LDIR                    ;RETRIEVE 5 INFO
7460 EB       09630          EX      DE,HL           ;DE STORAGE PTR
7461 2AAD6D   09640          LD      HL,(PCSTR)      ;LOAD POS
7464 3A606F   09650          LD      A,(ROW)
7467 08       09660          EX      AF,AF'
7468 E5       09670 RPCLP1   PUSH    HL              ;SAVE POS
7469 3A616F   09680          LD      A,(SKIP)
746C 4F       09690          LD      C,A
746D 09       09700          ADD     HL,BC
746E CB44     09710          BIT     0,H
7470 2804     09720          JR      Z,NSRPS
7472 3E07     09730          LD      A,7
7474 84       09740          ADD     A,H
7475 67       09750          LD      H,A
7476 3A626F   09760 NSRPS    LD      A,(FILL)
7479 A7       09770          AND     A
747A 280F     09780          JR      Z,NXTRPC
747C 4F       09790          LD      C,A
747D E5       09800 RPCLP2   PUSH    HL
747E 0608     09810          LD      B,8
7480 1A       09820 RPCLP3   LD      A,(DE)          ;RESTORE CHAR
7481 77       09830          LD      (HL),A
7482 13       09840          INC     DE
7483 24       09850          INC     H
7484 10FA     09860          DJNZ    RPCLP3
7486 E1       09870          POP     HL
7487 23       09880          INC     HL
7488 0D       09890          DEC     C
7489 20F2     09900          JR      NZ,RPCLP2
748B E1       09910 NXTRPC   POP     HL
748C 08       09920          EX      AF,AF'
748D 3D       09930          DEC     A               ;UPD ROW COUNT
748E 280F     09940          JR      Z,RPCATR        ;RETORE POLICE CAR
7490 08       09950          EX      AF,AF'
7491 0E20     09960          LD      C,32
7493 ED42     09970          SBC     HL,BC           ;MOVE UP ONE LINE
7495 CB44     09980          BIT     0,H
7497 28CF     09990          JR      Z,RPCLP1
```


```
7499 7C       10000          LD      A,H
749A D607     10010          SUB     7               ;CROSS BOUNDARY
749C 67       10020          LD      H,A
749D 18C9     10030          JR      RPCLP1
749F 2A636F   10040 RPCATR   LD      HL,(ATTPOS)     ;ATTR START LOADING POS
74A2 3A606F   10050          LD      A,(ROW)
74A5 08       10060          EX      AF,AF'
74A6 E5       10070 RPCAT1   PUSH    HL
74A7 3A616F   10080          LD      A,(SKIP)
74AA 4F       10090          LD      C,A
74AB 09       10100          ADD     HL,BC
74AC 3A626F   10110          LD      A,(FILL)
74AF A7       10120          AND     A
74B0 2805     10130          JR      Z,NXTRPA
74B2 EB       10140          EX      DE,HL
74B3 4F       10150          LD      C,A
74B4 EDB0     10160          LDIR
74B6 EB       10170          EX      DE,HL
74B7 E1       10180 NXTRPA   POP     HL
74B8 08       10190          EX      AF,AF'
74B9 3D       10200          DEC     A
74BA C8       10210          RET     Z
74BB 08       10220          EX      AF,AF'
74BC 0E20     10230          LD      C,32
74BE ED42     10240          SBC     HL,BC
74C0 18E4     10250          JR      RPCAT1
              10260 ;
              10270 ;
74C2 3A7C6F   10280 FROG     LD      A,(CRHFLG)      ;CRASH FLAG
74C5 A7       10290          AND     A
74C6 2017     10300          JR      NZ,FRGCRH       ;FROG CRASH
74C8 325E6F   10310          LD      (UPDWN),A       ;SET NO SCORE
74CB CDE374   10320          CALL    REGFRG          ;REGENERATE FROG
74CE 217A6E   10330          LD      HL,FRGCYC       ;TEST MOVE
74D1 35       10340          DEC     (HL)
74D2 C0       10350          RET     NZ
74D3 2B       10360          DEC     HL
74D4 7E       10370          LD      A,(HL)          ;RESET CYCLE COUNT
74D5 23       10380          INC     HL
74D6 77       10390          LD      (HL),A
74D7 CD1075   10400          CALL    MOVFRG
74DA 3A7C6F   10410          LD      A,(CRHFLG)
74DD A7       10420          AND     A
74DE C8       10430          RET     Z
74DF CD9176   10440 FRGCRH   CALL    CRASH
74E2 C9       10450          RET
              10460 ;
              10470 ;******** REGFRG ********
              10480 ;
              10490 ;        Regenerate frog if any left
              10500 ;        Set GAMFLG to 0 if none left
              10510 ;
74E3 3A796E   10520 REGFRG   LD      A,(FRGEXT)
74E6 A7       10530          AND     A
74E7 C0       10540          RET     NZ              ;RETURN IF EXIST
74E8 21816E   10550          LD      HL,FRGDB
```

```
74EB 11796E   10560          LD      DE,FRGEXT
74EE 010800   10570          LD      BC,8
74F1 EDB0     10580          LDIR
74F3 21846E   10590          LD      HL,FRGSTN       ;UPDATE FROG STATION
74F6 35       10600          DEC     (HL)            ;MOVE 3 CHARACTER LEFT
74F7 35       10610          DEC     (HL)
74F8 35       10620          DEC     (HL)
74F9 2A7C6E   10630          LD      HL,(FRGPOS)
74FC 22786F   10640          LD      (OLDFRG),HL
74FF 227A6F   10650          LD      (NEWFRG),HL
7502 21896D   10660          LD      HL,FRGSTR       ;INIT FRG STR FOR RES
7505 118A6D   10670          LD      DE,FRGSTR+1     ;BLANK FROG STORE
7508 012300   10680          LD      BC,35
750B 3600     10690          LD      (HL),0
750D EDB0     10700          LDIR
750F C9       10710          RET
              10720 ;
              10730 ;******** MOVFRG ********
              10740 ;
              10750 ;        Move frog, store and restore
              10760 ;
7510 AF       10770 MOVFRG   XOR     A
7511 2120E0   10780          LD      HL,0E020H       ;H=-32, L=32
7514 4F       10790          LD      C,A             ;C=>ABS MOVEMENT
7515 08       10800          EX      AF,AF'
7516 3EDF     10810          LD      A,0DFH          ;TEST RIGHT
7518 DBFE     10820          IN      A,(0FEH)
751A E601     10830          AND     1
751C 2006     10840          JR      NZ,LEFT
751E 0C       10850          INC     C
751F 11D769   10860          LD      DE,FROG2
7522 0601     10870          LD      B,1
7524 3EDF     10880 LEFT     LD      A,0DFH          ;TEST LEFT
7526 DBFE     10890          IN      A,(0FEH)
7528 E604     10900          AND     4
752A 2006     10910          JR      NZ,DOWN
752C 0D       10920          DEC     C
752D 11176A   10930          LD      DE,FROG4
7530 0603     10940          LD      B,3
7532 3EFD     10950 DOWN     LD      A,0FDH          ;TEST DOWN
7534 DBFE     10960          IN      A,(0FEH)
7536 E601     10970          AND     1
7538 200B     10980          JR      NZ,UP
753A 79       10990          LD      A,C
753B 85       11000          ADD     A,L             ;ADD 32
753C 4F       11010          LD      C,A
753D 08       11020          EX      AF,AF'
753E 3D       11030          DEC     A
753F 08       11040          EX      AF,AF'          ;DEC UP/DWN FLG
7540 11F769   11050          LD      DE,FROG3
7543 0602     11060          LD      B,2
7545 3EF7     11070 UP       LD      A,0F7H          ;TEST UP
7547 DBFE     11080          IN      A,(0FEH)
7549 E601     11090          AND     1
754B 200B     11100          JR      NZ,VALID
754D 79       11110          LD      A,C
```


```
754E B4          11120          ADD     A,H             ;ADD -32
754F 4F          11130          LD      C,A
7550 08          11140          EX      AF,AF'
7551 3C          11150          INC     A
7552 08          11160          EX      AF,AF'
7553 11B769      11170          LD      DE,FROG1
7556 0600        11180          LD      B,0
7558 78          11190 VALID    LD      A,B             ;STORE TEMP DIR
7559 327D6F      11200          LD      (TEMDIR),A
755C ED53806F    11210          LD      (TEMSHP),DE     ;STORE TEMP SHAPE
7560 AF          11220          XOR     A
7561 B9          11230          CP      C
7562 C8          11240          RET     Z               ;IF NO MOVE GO BACK
7563 2A786F      11250          LD      HL,(OLDFRG)
7566 CB79        11260          BIT     7,C             ;TEST -VE
7568 47          11270          LD      B,A
7569 1E07        11280          LD      E,7             ;FOR BOUNDARY ADJ
756B 2803        11290          JR      Z,NETDWN        ;NET MOVE RHT,DWN
756D 05          11300          DEC     B
756E 1EF9        11310          LD      E,-7
7570 09          11320 NETDWN   ADD     HL,BC
7571 CB44        11330          BIT     0,H
7573 2803        11340          JR      Z,VALID1        ;NO CROSS BOUNDARY
7575 7C          11350          LD      A,H
7576 83          11360          ADD     A,E
7577 67          11370          LD      H,A             ;ADJ HOB
7578 227E6F      11380 VALID1   LD      (TEMPOS),HL
757B EB          11390          EX      DE,HL
757C 3E40        11400          LD      A,40H           ;TEST UPSCR
757E BA          11410          CP      D
757F 7B          11420          LD      A,E
7580 2004        11430          JR      NZ,VALID2
7582 FE20        11440          CP      20H
7584 382F        11450          JR      C,NVALID
7586 E61F        11460 VALID2   AND     1FH             ;TEST RIGHT BOUNDARY
7588 FE1F        11470          CP      1FH
758A 2829        11480          JR      Z,NVALID
758C 21BE50      11490          LD      HL,50BEH        ;TEST BOT BOUNDARY
758F A7          11500          AND     A
7590 ED52        11510          SBC     HL,DE
7592 3821        11520          JR      C,NVALID
7594 217E50      11530          LD      HL,507EH        ;TEST FROG STATION
7597 ED52        11540          SBC     HL,DE
7599 3011        11550          JR      NC,YVALID
759B 7B          11560          LD      A,E             ;TEST WITHIN BOX
759C E61F        11570          AND     1FH
759E 67          11580          LD      H,A
759F 3A846E      11590          LD      A,(FRGSTN)
75A2 FEA0        11600          CP      0A0H            ;TEST LAST FROG
75A4 3806        11610          JR      C,YVALID        ;NO MORE FROG STATION
75A6 3C          11620          INC     A               ;WHEN NO FROG LEFT
75A7 E61F        11630          AND     1FH
75A9 94          11640          SUB     H
75AA 3009        11650          JR      NC,NVALID
75AC ED537A6F    11660 YVALID   LD      (NEWFRG),DE     ;STORE NEW POS
75B0 08          11670          EX      AF,AF'
```

```
75B1 325E6F   11680          LD      (UPDWN),A
75B4 08       11690          EX      AF,AF'
75B5 2A786F   11700 NVALID   LD      HL,(OLDFRG)     ;TEST OLDFRG=NEWFRG
75B8 A7       11710          AND     A
75B9 ED52     11720          SBC     HL,DE
75BB 7D       11730          LD      A,L
75BC B4       11740          OR      H
75BD C8       11750          RET     Z               ;RETURN IF SAME
75BE CDD675   11760          CALL    RESFRG          ;RESTORE FROG
75C1 2A7A6F   11770          LD      HL,(NEWFRG)     ;UPDATE OLD FROG POS
75C4 22786F   11780          LD      (OLDFRG),HL
75C7 217D6F   11790          LD      HL,TEMDIR
75CA 117B6E   11800          LD      DE,FRGDIR
75CD 010500   11810          LD      BC,5
75D0 EDB0     11820          LDIR
75D2 CD2876   11830          CALL    STRFRG
75D5 C9       11840          RET
              11850 ;
              11860 ;
75D6 11896D   11870 RESFRG   LD      DE,FRGSTR       ;STORAGE PTR
75D9 2A786F   11880          LD      HL,(OLDFRG)     ;RESTORE FROM OLDPOS
75DC E5       11890          PUSH    HL
75DD 3E02     11900          LD      A,2             ;ROW COUNTER
75DF 08       11910          EX      AF,AF'
75E0 E5       11920 RFRLP1   PUSH    HL
75E1 0E02     11930          LD      C,2             ;COLUMN COUNTER
75E3 E5       11940 RFRLP2   PUSH    HL
75E4 0608     11950          LD      B,8
75E6 1A       11960 RFRLP3   LD      A,(DE)          ;RESTORE FROM DB
75E7 77       11970          LD      (HL),A          ;ONTO SCREEN
75E8 13       11980          INC     DE
75E9 24       11990          INC     H               ;NEXT CHAR BYTE
75EA 10FA     12000          DJNZ    RFRLP3
75EC E1       12010          POP     HL
75ED 23       12020          INC     HL
75EE 0D       12030          DEC     C               ;COLUMN COUNT
75EF 20F2     12040          JR      NZ,RFRLP2
75F1 E1       12050          POP     HL
75F2 08       12060          EX      AF,AF'
75F3 3D       12070          DEC     A               ;ROW COUNT
75F4 2810     12080          JR      Z,RFRATR
75F6 08       12090          EX      AF,AF'
75F7 A7       12100          AND     A
75F8 0E20     12110          LD      C,32            ;UP ONE LINE
75FA ED42     12120          SBC     HL,BC
75FC CB44     12130          BIT     0,H
75FE 28E0     12140          JR      Z,RFRLP1
7600 7C       12150          LD      A,H
7601 D607     12160          SUB     7
7603 67       12170          LD      H,A
7604 18DA     12180          JR      RFRLP1
7606 E1       12190 RFRATR   POP     HL
7607 7C       12200          LD      A,H
7608 E618     12210          AND     18H
760A CB2F     12220          SRA     A
760C CB2F     12230          SRA     A
```


```
760E CB2F      12240          SRA     A
7610 C658      12250          ADD     A,58H
7612 67        12260          LD      H,A
7613 3E02      12270          LD      A,2             ;ROW COUNTER
7615 08        12280          EX      AF,AF'
7616 E5        12290 RFRAT1   PUSH    HL
7617 EB        12300          EX      DE,HL
7618 0E02      12310          LD      C,2             ;RESTORE ATTR
761A EDB0      12320          LDIR
761C EB        12330          EX      DE,HL
761D E1        12340          POP     HL
761E 08        12350          EX      AF,AF'
761F 3D        12360          DEC     A               ;UPDATE ROW COUNTER
7620 C8        12370          RET     Z
7621 08        12380          EX      AF,AF'
7622 0E20      12390          LD      C,32
7624 ED42      12400          SBC     HL,BC
7626 18EE      12410          JR      RFRAT1
               12420 ;
               12430 ;
7628 11896D    12440 STRFRG   LD      DE,FRGSTR
762B 2A7A6F    12450          LD      HL,(NEWFRG)     ;STORE BASE ON NEWPOS
762E D9        12460          EXX
762F 2A7E6E    12470          LD      HL,(FROGSH)     ;LOAD SHAPE AS WELL
7632 D9        12480          EXX
7633 E5        12490          PUSH    HL
7634 3E02      12500          LD      A,2
7636 08        12510          EX      AF,AF'
7637 E5        12520 SFRLP1   PUSH    HL
7638 0E02      12530          LD      C,2
763A E5        12540 SFRLP2   PUSH    HL
763B 0608      12550          LD      B,8             ;STORE AND LOAD A CHAR
763D 7E        12560 SFRLP3   LD      A,(HL)
763E 12        12570          LD      (DE),A
763F D9        12580          EXX
7640 7E        12590          LD      A,(HL)
7641 23        12600          INC     HL
7642 D9        12610          EXX
7643 77        12620          LD      (HL),A
7644 13        12630          INC     DE
7645 24        12640          INC     H
7646 10F5      12650          DJNZ    SFRLP3
7648 E1        12660          POP     HL
7649 23        12670          INC     HL              ;NEXT CHAR
764A 0D        12680          DEC     C
764B 20ED      12690          JR      NZ,SFRLP2
764D E1        12700          POP     HL
764E 08        12710          EX      AF,AF'
764F 3D        12720          DEC     A
7650 2810      12730          JR      Z,SFRATR
7652 08        12740          EX      AF,AF'
7653 A7        12750          AND     A
7654 0E20      12760          LD      C,32
7656 ED42      12770          SBC     HL,BC           ;NEXT ROW
7658 CB44      12780          BIT     0,H
765A 28DB      12790          JR      Z,SFRLP1
```

```
765C 7C       12800          LD      A,H
765D D607     12810          SUB     7
765F 67       12820          LD      H,A
7660 18D5     12830          JR      SFRLP1
7662 E1       12840 SFRATR   POP     HL
7663 7C       12850          LD      A,H             ;CALCULATE ATTR POS
7664 E618     12860          AND     18H
7666 CB2F     12870          SRA     A
7668 CB2F     12880          SRA     A
766A CB2F     12890          SRA     A
766C C658     12900          ADD     A,58H
766E 67       12910          LD      H,A
766F 3E02     12920          LD      A,2
7671 08       12930          EX      AF,AF'
7672 0602     12940 SFRAT1   LD      B,2
7674 E5       12950          PUSH    HL
7675 7E       12960 SFRATLP  LD      A,(HL)
7676 12       12970          LD      (DE),A
7677 3604     12980          LD      (HL),4          ;FILL FROG ATTR
7679 23       12990          INC     HL
767A 13       13000          INC     DE
767B E607     13010          AND     7               ;TEST CRASH
767D 2805     13020          JR      Z,NFROG3
767F 3E01     13030          LD      A,1
7681 327C6F   13040          LD      (CRHFLG),A
7684 10EF     13050 NFROG3   DJNZ    SFRATLP
7686 E1       13060          POP     HL
7687 08       13070          EX      AF,AF'
7688 3D       13080          DEC     A
7689 C8       13090          RET     Z
768A 08       13100          EX      AF,AF'
768B 0E20     13110          LD      C,32
768D ED42     13120          SBC     HL,BC
768F 18E1     13130          JR      SFRAT1
              13140 ;
              13150 ;
7691 AF       13160 CRASH    XOR     A
7692 327C6F   13170          LD      (CRHFLG),A      ;RESET CRASH FLAG
7695 32796E   13180          LD      (FRGEXT),A      ;SET FROG NONEXIST
7698 CDA776   13190          CALL    FRGDIE          ;FROG DYING ROUTINE
769B CDD675   13200          CALL    RESFRG
769E 21826F   13210          LD      HL,NUMFRG
76A1 35       13220          DEC     (HL)            ;DECREASE FROG NUMBER
76A2 C0       13230          RET     NZ
76A3 32776F   13240          LD      (GAMFLG),A      ;ZEROISE GAME FLAG
76A6 C9       13250          RET                     ;WHEN NO FROG LEFT
              13260 ;
              13270 ;
76A7 2A786F   13280 FRGDIE   LD      HL,(OLDFRG)     ;OLD POS OF FRG
76AA 010240   13290          LD      BC,4002H        ;RED COLOUR
76AD D9       13300          EXX
76AE 21396F   13310          LD      HL,DIETON       ;SET DIE TONE
76B1 D9       13320          EXX
76B2 7C       13330          LD      A,H             ;TEST END OF JOURNEY
76B3 B8       13340          CP      B
76B4 2016     13350          JR      NZ,NOTEND
```


```
76B6 7D          13360          LD      A,L
76B7 B8          13370          CP      B
76B8 3012        13380          JR      NC,NOTEND
76BA 11466F      13390          LD      DE,SCORE+3      ;100 PTS BONUS
76BD EB          13400          EX      DE,HL
76BE 34          13410          INC     (HL)
76BF 21476F      13420          LD      HL,SCORE+4
76C2 CD4B77      13430          CALL    DISSCR
76C5 0E06        13440          LD      C,6             ;YELLOW
76C7 D9          13450          EXX
76C8 21156F      13460          LD      HL,HOMTON
76CB D9          13470          EXX
76CC 79          13480 NOTEND   LD      A,C
76CD 32656F      13490          LD      (ATTR),A
76D0 2A786F      13500          LD      HL,(OLDFRG)
76D3 ED5B7E6E    13510          LD      DE,(FROGSH)
76D7 CD7A70      13520          CALL    DRWFRG
76DA 112000      13530          LD      DE,32           ;LINE ADJUST
76DD 19          13540          ADD     HL,DE
76DE 08          13550          EX      AF,AF'
76DF 3A656F      13560          LD      A,(ATTR)
76E2 08          13570          EX      AF,AF'
76E3 0605        13580          LD      B,5
76E5 C5          13590 FLASLP   PUSH    BC
76E6 E5          13600          PUSH    HL              ;ATTRIBUTE PTR
76E7 AF          13610          XOR     A               ;BLACK INK BLACK PAPER
76E8 77          13620          LD      (HL),A
76E9 23          13630          INC     HL
76EA 77          13640          LD      (HL),A
76EB ED52        13650          SBC     HL,DE
76ED 77          13660          LD      (HL),A
76EE 2B          13670          DEC     HL
76EF 77          13680          LD      (HL),A
76F0 CD0877      13690          CALL    FRGTON          ;GENERATE FROG TONE
76F3 E1          13700          POP     HL
76F4 E5          13710          PUSH    HL
76F5 08          13720          EX      AF,AF'
76F6 77          13730          LD      (HL),A          ;BLACK PAPER, RED OR
76F7 23          13740          INC     HL              ;YELLOW INK
76F8 77          13750          LD      (HL),A
76F9 A7          13760          AND     A
76FA ED52        13770          SBC     HL,DE
76FC 77          13780          LD      (HL),A
76FD 2B          13790          DEC     HL
76FE 77          13800          LD      (HL),A
76FF 08          13810          EX      AF,AF'
7700 CD0877      13820          CALL    FRGTON
7703 E1          13830          POP     HL
7704 C1          13840          POP     BC
7705 10DE        13850          DJNZ    FLASLP
7707 C9          13860          RET
                 13870 ;
                 13880 ;
7708 D9          13890 FRGTON   EXX
7709 E5          13900          PUSH    HL
770A CDB577      13910          CALL    TONE1
```

```
770D E1          13920          POP     HL
770E 010400      13930          LD      BC,4            ;MOVE DOWN DATABASE
7711 08          13940          EX      AF,AF'
7712 FE06        13950          CP      6
7714 2803        13960          JR      Z,HOME
7716 01FCFF      13970          LD      BC,-4           ;MOVE UP DATABASE
7719 09          13980 HOME     ADD     HL,BC
771A D9          13990          EXX
771B 08          14000          EX      AF,AF'
771C C9          14010          RET
                 14020 ;
                 14030 ;
771D 3A796E      14040 CALSCR   LD      A,(FRGEXT)      ;TEST EXISTENCE
7720 A7          14050          AND     A
7721 C8          14060          RET     Z               ;NO UPDATE OF SCORE
7722 3A5E6F      14070          LD      A,(UPDWN)       ;TEST UP/DOWN MOVEMENT
7725 A7          14080          AND     A               ;TEST ANY SCORE
7726 C8          14090          RET     Z
7727 21476F      14100          LD      HL,SCORE+4      ;ADD 10 TO SCORE
772A CB7F        14110          BIT     7,A             ;TEST MOVE DOWN
772C 2003        14120          JR      NZ,DWNSCR       ;DOWN SCORE
772E 34          14130          INC     (HL)
772F 181A        14140          JR      DISSCR          ;DIS SCORE
7731 3A796F      14150 DWNSCR   LD      A,(OLDFRG+1)    ;TEST HOB
7734 FE40        14160          CP      40H             ;TEST FIRST BLOCK
7736 2009        14170          JR      NZ,TLHWY        ;TEST LOW HIGHWAY
7738 3A786F      14180          LD      A,(OLDFRG)
773B FEC0        14190          CP      0C0H            ;NOT EVEN STEP ON HWY
773D D8          14200          RET     C
773E 34          14210          INC     (HL)
773F 180A        14220          JR      DISSCR
7741 FE50        14230 TLHWY    CP      50H             ;TEST IN LOW HWY
7743 C0          14240          RET     NZ
7744 3A786F      14250          LD      A,(OLDFRG)
7747 FE20        14260          CP      20H
7749 D0          14270          RET     NC              ;NO SCORE IF STEP HWY
774A 34          14280          INC     (HL)
774B 0604        14290 DISSCR   LD      B,4             ;HL => TENTH'S POS
774D 7E          14300 ADDLOP   LD      A,(HL)
774E FE3A        14310 CRYLOP   CP      3AH             ;CARRY LOOP
7750 3807        14320          JR      C,UPDDIG        ;UPDATE DIGIT
7752 D60A        14330          SUB     10
7754 2B          14340          DEC     HL
7755 34          14350          INC     (HL)            ;CARRY
7756 23          14360          INC     HL
7757 18F5        14370          JR      CRYLOP
7759 77          14380 UPDDIG   LD      (HL),A
775A 2B          14390          DEC     HL
775B 10F0        14400          DJNZ    ADDLOP
775D 21446F      14410          LD      HL,SCORE+1
7760 CD6F77      14420          CALL    SCRIMG          ;SCORE IMAGE
7763 210640      14430          LD      HL,4006H
7766 11596F      14440          LD      DE,IMAGE
7769 0605        14450          LD      B,5
776B CD2873      14460          CALL    DISASC
776E C9          14470          RET
```


```
                14480 ;
                14490 ;
776F 11596F     14500 SCRIMG  LD      DE,IMAGE
7772 010500     14510         LD      BC,5
7775 EDB0       14520         LDIR
7777 21596F     14530         LD      HL,IMAGE
777A 013004     14540         LD      BC,0430H
777D 79         14550 PREZER  LD      A,C
777E BE         14560         CP      (HL)            ;TEST 30H
777F 2005       14570         JR      NZ,PREZEX
7781 3620       14580         LD      (HL),20H        ;SPACE FILL
7783 23         14590         INC     HL
7784 10F7       14600         DJNZ    PREZER
7786 C9         14610 PREZEX  RET
                14620 ;
                14630 ;
7787 3EBF       14640 SIREN   LD      A,0BFH
7789 DBFE       14650         IN      A,(0FEH)
778B E601       14660         AND     1
778D 2009       14670         JR      NZ,NSOUND
778F 3A736F     14680         LD      A,(SOUNDF)      ;RESET SOUND CONDITION
7792 3C         14690         INC     A
7793 E601       14700         AND     1
7795 32736F     14710         LD      (SOUNDF),A
7798 3A736F     14720 NSOUND  LD      A,(SOUNDF)
779B A7         14730         AND     A
779C 2825       14740         JR      Z,DELAY
779E 3A726F     14750         LD      A,(CHASE)       ;IS POLICE CAR ON
77A1 A7         14760         AND     A
77A2 281F       14770         JR      Z,DELAY
77A4 3A746F     14780         LD      A,(TONFLG)
77A7 3C         14790         INC     A
77A8 E601       14800         AND     1
77AA 32746F     14810         LD      (TONFLG),A
77AD 210D6F     14820         LD      HL,PCTON1
77B0 2803       14830         JR      Z,TONE1
77B2 21116F     14840         LD      HL,PCTON2
77B5 5E         14850 TONE1   LD      E,(HL)          ;DE=DURATION*FREQUENCY
77B6 23         14860         INC     HL
77B7 56         14870         LD      D,(HL)
77B8 23         14880         INC     HL
77B9 4E         14890         LD      C,(HL)
77BA 23         14900         INC     HL
77BB 46         14910         LD      B,(HL)
77BC C5         14920         PUSH    BC
77BD E1         14930         POP     HL              ;HL=437500/FREQ-30.125
77BE CDB503     14940         CALL    03B5H
77C1 F3         14950         DI                      ;03B5H ENABLE INTERRUPT
77C2 C9         14960         RET
77C3 010018     14970 DELAY   LD      BC,6144
77C6 0B         14980 WAIT    DEC     BC
77C7 78         14990         LD      A,B
77C8 B1         15000         OR      C
77C9 20FB       15010         JR      NZ,WAIT
77CB C9         15020         RET
                15030 ;
```

```
                15040 ;
77CC E5         15050 RANDNO  PUSH    HL
77CD C5         15060         PUSH    BC
77CE 2A756F     15070         LD      HL,(RND)
77D1 46         15080         LD      B,(HL)
77D2 23         15090         INC     HL
77D3 3E3F       15100         LD      A,3FH           ;BOUND POINTER WITHIN ROM
77D5 A4         15110         AND     H
77D6 67         15120         LD      H,A
77D7 78         15130         LD      A,B
77D8 22756F     15140         LD      (RND),HL
77DB C1         15150         POP     BC
77DC E1         15160         POP     HL
77DD C9         15170         RET
                15180 ;
                15190 ;
77DE.21446F     15200 OVER    LD      HL,SCORE+1      ;HIGH SCORE MANAGE
77E1 11546F     15210         LD      DE,HISCR
77E4 0605       15220         LD      B,5
77E6 1A         15230 SORTLP  LD      A,(DE)
77E7 BE         15240         CP      (HL)
77E8 2803       15250         JR      Z,SAMSCR        ;TEST 1ST NE DIGIT
77EA D0         15260         RET     NC
77EB 1805       15270         JR      SCRGT           ;UPDATE HIGH SCORE
77ED 13         15280 SAMSCR  INC     DE
77EE 23         15290         INC     HL
77EF 10F5       15300         DJNZ    SORTLP
77F1 C9         15310         RET
77F2 21446F     15320 SCRGT   LD      HL,SCORE+1
77F5 11546F     15330         LD      DE,HISCR
77F8 010500     15340         LD      BC,5
77FB EDB0       15350         LDIR
77FD C9         15360         RET
                15370 ;
                15380 ;
77FE 3E38       15390 FINAL   LD      A,56            ;SET WHITE BORDER
7800 32485C     15400         LD      (23624),A
7803 210040     15410         LD      HL,4000H        ;START OF SCREEN
7806 110140     15420         LD      DE,4001H
7809 01FF17     15430         LD      BC,6143         ;SIZE OF SCREEN
780C 3600       15440         LD      (HL),0
780E EDB0       15450         LDIR
7810 210058     15460         LD      HL,5800H        ;START OF ATTRIBUTE FILE
7813 110158     15470         LD      DE,5801H
7816 01FF02     15480         LD      BC,767
7819 3638       15490         LD      (HL),56         ;WHITE PAPER BLACK INK
781B EDB0       15500         LDIR
781D C9         15510         RET
                15520 ;
                15530 ;
6978            15540         END     START
00000 Total errors
```


APENDICE A

TABLA DE ENTRADA DE LAS TECLAS DEL SPECTRUM

Input Value in A	D4	D3	D2	D1	D0
0FE H	V	C	X	Z	CAP SHIFT
0FD H	G	F	D	S	A
0FB H	7	R	E	W	Q
0F7 H	5	4	3	2	1
0EF H	6	7	8	9	0
0DF H	Y	U	I	O	P
0BF H	H	J	K	L	ENTER
07F H	B	N	M	SYM SHIFT	BREAK SPACE
X:	16	8	4	2	1

NB: Para atrapar una tecla

i. Cargar A con el valor de entrada de la correspondiente fila

```
LD A, 07FH        ; fila inferior
```

ii. Recoger del portal de entrada 0EFH.

```
IN A, (0FEH)
```

iii. Comprobar si Dx está puesto a cero para la tecla buscada.

```
AND 1             ; atrapa la tecla BREAK/SPACE
```

iv. Si es cero, entonces la tecla está pulsada.

```
JR Z, teclasí     ; es estado normal es siempre alto.
```

APENDICE B

Direcciones en HEX de la zona de memoria		LINEA	Direcciones en HEX de las zonas de memoria	
PANTALLA IN HEX	ATRIBUTOS IN HEX		PANTALLA IN HEX	ATRIBUTOS IN HEX
4000	5800	0	401F	581F
4020	5820	1	403F	583F
4040	5840	2	405F	585F
4060	5860	3	407F	587F
4080	5880	4	409F	589F
40A0	58A0	5	40BF	58BF
40C0	58C0	6	40DF	58DF
40E0	58E0	7	40FF	58FF
4800	5900	8	481F	591F
4820	5920	9	483F	593F
4840	5940	10	485F	595F
4860	5960	11	487F	597F
4880	5980	12	489F	599F
48A0	59A0	13	48BF	59BF
48C0	59C0	14	48DF	59DF
48E0	59E0	15	48FF	59FF
5000	5A00	16	501F	5A1F
5020	5A20	17	503F	5A3F
5040	5A40	18	505F	5A5F
5060	5A60	19	507F	5A7F
5080	5A80	20	509F	5A9F
50A0	5AA0	21	50BF	5ABF
50C0	5AC0	22	50DF	5ADF
50E0	5AE0	23	50FF	5AFF

APENDICE C

REPERTORIO DE SIMBOLOS DEL SPECTRUM

HEX	H0B	0	1	2	3	4	5	6	7
L0B	BITS	000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NU	INK ctrl	SPACE	0	@	P	£	p
/	0001	NU	PAPER ctrl	!	1	A	Q	a	q
2	0010	NU	FLASH ctrl	"	2	B	R	b	r
3	0011	NU	BRIGHT ctrl	#	3	C	S	c	s
4	0100	NU	INVERSE ctrl	$	4	D	T	d	t
5	0101	Nu	OVER ctrl	%	5	E	U	e	u
6	0110	PRINT	AT ctrl	&	6	F	V	f	v
7	0111	EDIT	TAB ctrl	'	7	G	W	g	w
8	1000	cursor left	NU	(	8	H	X	h	x
9	1001	cursor right	NU	)	9	I	Y	i	y
A	1010	cursor down	NU	*	:	J	Z	j	z
B	1011	cursor up	NU	+	;	K	[	k	{
C	1100	DELETE	NU	,	<	L	\	l	|
D	1101	ENTER	NU	-	=	M	]	m	}
E	1110	number	NU	.	>	N	↑	n	~
F	1111	NU	NU	/	?	O	_	o	©

← NO IMPRIMIBLES → ← IMPRIMIBLES →

NB: NU indica "no usado"

APENDICE D

TABLA DE CONVERSION DE HEXADECIMAL A DECIMAL

HEX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	00XX	XX00
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0	0
1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	256	4096
2	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	512	8192
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	768	12288
4	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	1024	16384
5	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	1280	20480
6	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	1536	24576
7	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	135	126	127	1792	28672
8	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	2048	32768
9	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	2304	36864
A	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	273	174	175	2560	40960
B	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	2816	45056
C	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	3072	49152
D	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	3328	53248
E	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	3584	57344
F	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	3840	61440

Podemos mostrar cómo se usa esta tabla mediante un ejemplo.

Hallemos el equivalente en hexadecimal del número decimal 6200. Tenemos que determinar un número binario de 16 bits;

ie.

bbbbbbbb	bbbbbbbb
HOB	LOB

(i.) A partir de la columna de la izquierda y bajo el epígrafe xx00, vemos que 6200 está entre 4096 y 8192. Así que escogemos el valor inferior (4096) y de la correspondiente fila, tomamos los 4 bits más significativos del HOB (alto orden octeto) que será 1, por tanto, 0001

0001bbbb	bbbbbbbb
HOB	LOB

(ii.) El segundo paso, es determinar los 4 bits menos significativos del HOB. Hallamos la diferencia entre 6200 y 4096, que es 2104. Dado que esta di diferencia es todavía mayor que 255, consultamos la segunda columna del extremo derecho de la tabla, bajo el epígrafe 00xx, y verémos que 2104 está entre 2048 y 2304. De nuevo, tomamos el valor inferior (2048) y buscamos el valor de la fila que corresponderá a los 4 bits menos significativos del HOB, que es el 8, por tanto, 1000.

0001 1000	bbbbbbbb
HOB	LOB

(iii.) El tercer paso, es determinar el LOB (bajo orden octeto) de ese número. Hallamos la diferencia entre 2104 y 2048 que es 56. En la parte media de la tabla podemos ver que 56 está en la intersección de la fila 3 y la columna 8, así que el LOB es 38H.

Por tanto,

0001 1000	00111000
HOB	LOB

Así que el valor Hexadecimal del número 6200 es 1838H.

APENDICE E

TABLA DE CONVERSION DE "COMPLEMENTO A 2's" A "DECIMAL"

HEX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
8	−128	−127	−126	−125	−124	−123	−122	− 121	−120	−119	−118	−117	−116	−115	−114	−113
9	−112	−111	−110	−109	−108	−107	−106	−105	−104	−103	−102	−101	−100	− 99	− 98	− 97
A	− 96	− 95	− 94	− 93	− 92	− 91	− 90	− 89	− 88	− 87	− 86	− 85	− 84	− 83	− 82	− 81
B	− 80	− 79	− 78	− 77	− 76	− 75	− 74	− 73	− 72	− 71	− 70	− 69	− 68	− 67	− 66	− 65
C	− 64	− 63	− 62	− 61	− 60	− 59	− 58	− 57	− 56	− 55	− 54	− 53	− 52	− 51	− 50	− 49
D	− 48	− 47	− 46	− 45	− 44	− 43	− 42	− 41	− 40	− 39	− 38	− 37	− 36	− 35	− 34	− 33
E	− 32	− 31	− 30	− 29	− 28	− 27	− 26	− 25	− 24	− 23	− 22	− 21	− 20	− 19	− 18	− 17
F	− 16	− 15	− 14	− 13	− 12	− 11	− 10	− 9	− 8	− 7	− 6	− 5	− 4	− 3	− 2	− 1

APENDICE F

TABLA DE LA ADICION EN HEXADECIMAL

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10
2	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11
3	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12
4	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13
5	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14
6	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15
7	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16
8	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17
9	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
B	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A
C	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B
D	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C
E	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D
F	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E

APENDICE G

TABLA RESUMEN DE OPERACIONES CON BANDERINES

INSTRUCCION	C	Z	P/V	S	N	H	COMENTARIOS
ADC HL, SS	#	#	V	#	Ø	X	Suma de 16 bits con acarreo
ADX s; ADD s	#	#	V	#	Ø	#	Suma de 8 bits sin o con acarreo
ADD DD, SS	#	—	—	—	Ø	X	Suma 16 bits
AND s	Ø	#	P	#	Ø	1	Operaciones lógicas
BIT b, s	—	#	X	X	Ø	1	El estado del bit b de la celdilla s es copiado en el banderín Z
CCF	#	—	—	—	Ø	X	Complementar el acarreo
CPD; CPDR; CPI; CPIR	—	#	#	X	1	X	Instrucción de bûsqueda de bloques Z = 1 si A = (HL) si no Z = Ø P/V = 1 si BC ≠ Ø, si no P/V = Ø
CP s	#	#	V	#	1	#	Comparar acumulador
CPL	—	—	—	—	1	1	Complementar acumulador
DAA	#	#	P	#	—	#	Ajuste decimal acumulador
DEC s	—	#	V	#	1	#	Decrementar 8 bits
IN r, (C)	—	#	P	#	Ø	Ø	Entrada registro indirecto
INC s	—	#	V	#	Ø	#	Incrementar 8 bits
IND; INI	—	#	X	X	1	X	Entrada de bloques Z = Ø si B ≠ Ø, si no Z = 1
INDR:INIR	—	1	X	X	1	X	Entrada de bloques Z 0 si B 0 si no Z 1
LD A,I ; LD A,R	—	#	IFF	#	Ø	Ø	El contenido del biestable de interrupciones se copia en el banderín P/V
LDD; LDI	—	X	#	X	Ø	Ø	Instrucciones de transferencia de bloques
LDDR; LDIR	—	X	Ø	X	Ø	Ø	P/V = 1 si BC ≠ Ø, si no P/V = Ø
NEG	#	#	V	#	1	#	Negar acumulador
OR s	Ø	#	P	#	Ø	Ø	O lógico acumulador
OTDR; OTIR	—	1	X	X	1	X	Salida de bloques Z = Ø si B ≠ Ø si no Z = 1
OUTD; OUTI	—	#	X	X	1	X	Salida de bloques Z = Ø si B ≠ Ø si no Z = 1
RLA; RLCA; RRA; RRCA	#	—	—	—	Ø	Ø	Rotar acumulador
RLD; RRD	—	#	P	#	Ø	/	Rotar dígitos izquierda y derecha
RLS; RLC s; RR s; RRC s SLA s; SRA s; SRL s	#	#	P	#	Ø	Ø	Rotar y desplazar celdilla s
SBC HL, SS	#	#	V	#	1	X	Restar 16 bits con acarreo
SCF	1	—	—	—	Ø	Ø	Alzar acarreo
SBC s; SUB s			V		1		Restar 8 bits con acarreo
X0R x	Ø		P		Ø	Ø	O exclusivo acumulador

APENDICE G

SIMBOLO	*OPERACION*
C	Banderín de acarreo. C=1 si la operación produjo un acarreo desde el bit más significativo del operando o del resultado.
Z	Banderín de cero. Z=1 si el resultado de la operación es cero.
S	Banderín de signo. S=1 si el bit más significativo del resultado es 1; ie. un número negativo.
P/V	Banderín de paridad o rebose. Paridad (P) y rebose (V) comparten el mismo banderín. Las operaciones lógicas afectan a este banderín por la paridad del resultado, mientras las operaciones aritméticas afectan a este banderín con el rebose del resultado. Si P/V indica paridad, P/V=1 si el resultado de la operación es par. P/V=0 si el resultado de la operación es impar. Si P/V indica rebose, P/V=1 si el resultado de la operación produjo un rebose.
H	Banderín de semi-acarreo. H=1 si la operación de suma o resta produjo un acarreo (o un préstamo) desde el bit 4 del acumulador.
N	Banderín de suma/resta. N=1 si la operación previa fue una resta. Los banderínes H y N se usan juntamente con la instrucción de ajuste decimal (DAA) para corregir adecuadamente el resultado en el formato BCD después de efectuar una suma o una resta con operandos que estuvieran en ese formato.
#	El banderín queda afectado por el resultado de la operación.
-	El banderín no cambia por la operación.
0	El banderín se baja (=0) por la operación.
1	El banderín se alza (=1) por la operación.
X	Se desconoce el efecto sobre el banderín.
V	El banderín P/V queda afectado según el rebose.
P	El banderín P/V queda afectado según la paridad.
r	Cualquiera de los registros A, B, C, D, E, H, L.
s	Cualquier celdilla de 8 bits en todos los modos de direccionamiento permitidos en esas instrucciones
SS	Cualquier pareja de celdillas (16 bits) en todos los modos de direccionamiento permitidos en esas instrucciones.
R	Registro "refresco" de la memoria.
n	valor con 8 bits (entre 0 y 255).
nn	valor con 16 bits (entre 0 y 65535).

APENDICE I

INSTRUCCIONES DEL MICROPROCESADOR Z80

-por orden alfabético de nemónimos.

HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC
00	NOP	49	LD C,C	92	SUB D
01 XXXX	LD BC,NN	4A	LD C,D	93	SUB E
02	LD (BC),A	4B	LD C,E	94	SUB H
03	INC BC	4C	LD C,H	95	SUB L
04	INC B	4D	LD C,L	96	SUB (HL)
05	DEC B	4E	LD C,(HL)	97	SUB A
06XX	LD B,N	4F	LD C,A	98	SBC A,B
07	RLCA	50	LD D,B	99	SBC A,C
08	EX AF, AF'	51	LD D,C	9A	SBC A,D
09	ADD HL,BC	52	LD D,D	9B	SBC A,E
0A	LD A, (BC)	53	LD D,E	9C	SBC A,H
0B	DEC BC	54	LD D,H	9D	SBC A,L
0C	INC C	55	LD D,L	9E	SBC A,(HL)
0D	DEC C	56	LD D,(HL)	9F	SBC A,A
0EXX	LD C,N	57	LD D,A	A0	AND B
0F	RRCA	58	LD E,B	A1	AND C
10XX	DJNZ DIS	59	LD E,C	A2	AND C
11XXXX	LD DE,NN	5A	LD E,D	A3	AND E
12	LD (DE),A	5B	LD E,E	A4	AND H
13	INC DE	5C	LD E,H	A5	AND L
14	INC D	5D	LD E,L	A6	AND (HL)
15	DEC D	5E	LD E,(HL)	A7	AND A
16XX	LD D,N	5F	LD E,A	A8	XOR B
17	RLA	60	LD H,B	A9	XOR C
18XX	JR DIS	61	LD H,C	AA	SOR D
19	ADD HL,DE	62	LD H,D	AB	XOR E
1A	LD A,(DE)	63	LD H,E	AC	SOR H
1B	DEC DE	64	LD H,H	AD	SOR L
1C	INC E	65	LD H,L	AE	XOR (HL)
1D	DEC E	66	LD H,(HL)	AF	XOR A
1EXX	LD E,N	67	LD H,A	B0	OR B
1F	RRA	68	LD L,B	B1	OR C
20XX	JR NZ,DIS	69	LD L,C	B2	OR D
21XXXX	LD HL,NN	6A	LD L,D	B3	OR E
22XXXX	LD (NN),HL	6B	LD L,E	B4	OR H
23	INC HL	6C	LD L,H	B5	OR L
24	INC H	6D	LD L,L	B6	OR (HL)
25	DEC H	6E	LD L,(HL)	B7	OR A
26XX	LD H,N	6F	LD L,A	B8	CP B
27	DAA	70	LD (HL),B	B9	CP C
28XX	JR Z,DIS	71	LD (HL),C	BA	CP D
29	ADD HL,HL	72	LD (HL),D	BB	CP E
2AXXXX	LD HL,(NN)	73	LD (HL),E	BC	CP H
2B	DEC HL	74	LD (HL),H	BD	CP L
2C	INC L	75	LD (HL),L	BE	CP (HL)
2D	DEC L	76	HALT	BF	CP A
2EXX	LD L,N	77	LD (HL),A	C0	RET NZ
2F	CPL	78	LD A,B	C1	POP BC
30XX	JR NC,DIS	79	LD A,C	C2XXXX	JP NZ,NM
31XXXX	LD SP,NN	7A	LD A,D	C3XXXX	JP NM
32XXXX	LD (NN),A	7B	LD A,E	C4XXXX	CALL NZ,NM
33	INC SP	7C	LD A,H	C5	PUSH BC
34	INC (HL)	7D	LD A,L	C6XX	ADD A,N
35	DEC (HL)	7E	LD A,(HL)	C7	RST 0
3620XX	LD (HL),N	7F	LD A,A	C8	RET Z
37	SCF	80	ADD A,B	C9	RET
38XX	JR C,DIS	81	ADD A,C	CAXXXX	JP Z,NM
39	ADD HL,SP	82	ADD A,D	CCXXXX	CALL Z,NN
3AXXXX	LD A,(NN)	83	ADD A,E	CDXXXX	CALL NN
3B	DEC SP	84	ADD A,H	CEXX	ADC A,N
3C	INC A	85	ADD A,L	CF	RST 8
3D	DEC A	86	ADD A,(HL)	D0	RET NC
3EXXXX	LD A	87	ADD A,A	D1	POP DE
3F	CCF	88	ADC A,B	D2XXXX	JP NC,NN
40	LD B,B	89	ADC A,C	D3XX	OUT (N),A
41	LD B,C	8A	ADC A,D	D4XXXX	CALL NC,NN
42	LD B,D	8B	ADC A,E	D5	PUSH DE
43	LD B,E	8C	ADC A,H	D6XX	SUB N
44	LD B,H,	8D	ADC A,L	D7	RST 10H
45	LD B,L	8E	ADC A,(HL)	D8	RET C
46	LD B,(HL)	8F	ADC A,A	D9	EXX
47	LD B,A	90	SUB B	DAXXXX	JP C,NN
48	LD C,B	91	SUB C	DBXX	IN A,(N)

HEXADECIMAL	MNEMONIC
DCXXXX	CALL C,NN
DEXX	SBC A,N
DF	RST 18H
E0	RET PO
E1	POP HL
E2XXXX	JP PO,NN
E3	EX (SP),HL
E4XXXX	CALL PO,NN
E5	PUSH HL
E6XX	AND N
E7	RST 20 H
E8	RET PE
E9	JP (HL)
EAXXXX	JE PE NN
EB	EX DE,HL
ECXXXX	CALL PE,NN
EEXX	XOR N
EF	RST 28H
F0	RET P
F1	POP AF
F2XXXX	JR P,NN
F3	D1
F4XXXX	CALL P,NN
F5	PUSH AF
F620XX	OR N
F7	RST 30H
F8	RET N
F9	LD,SP,HL
FAXXXX	JP N,NN
FB	E1
FCXXXX	CALL M,NN
FE20XX	CP N
FF	RST 38H
CB00	RLC 8
CB01	RLC C
CB02	RLC D
CB03	RLC E
CB04	RLC H
CB05	RLC L
CB06	RLC (HL)
CB07	RLC A
CB08	RRC B
CB09	RRC C
CB0A	RRC D
CB0B	RRC E
CB0C	RRC H
CB0D	RRC L
CB0E	RRC (HL)
CB0F	RRC A
CB10	RL B
CB11	RL C
CB12	RL D
CB13	RL E
CB14	RL H
CB15	RL L
CB16	RL (HL)
CB17	RL A
CB18	RR B
CB19	RR C
CB1A	RR D
CB1B	RR E
CB1C	RR H
CB1D	RR L
CB1E	RR (HL)
CB1F	RR A
CB20	SLA B
CB21	SLA C
CB22	SKA D
CB23	SLA E
CB24	SLA H
CB25	SLA L
CB26	SLA (HL)
CB27	SLA A

HEXADECIMAL	MNEMONIC
CB28	SRA B
CB29	SRA C
CB2A	SRA D
CB2B	SRA E
CB2C	SRA H
CB2D	SRA L
CB2E	SRA (HL)
CB2F	SRA A
CB38	SRL B
CB39	SRL C
CB3A	SRL D
CB3B	SRL E
CB3C	SRL H
CB3D	SRL L
CB3E	SRL (HL)
CB3F	SRL A
CB40	BIT 0,B
CB41	BIT 0,C
CB42	BIT 0,D
CB43	BIT 0,E
CB44	bit 0,H
CB45	BIT 0,L
CB46	BIT 0,(HL)
CB47	BIT 0,A
CB48	Bit 1.B
CB49	BIT 1,C
CB4A	BIT 1,D
CB4B	BIT 1,E
CB4C	BIT 1,H
CB4D	BIT 1,L
CB4E	BIT 1,(HL)
CB4F	BIT 1,A
CB50	BIT 2,B
CB51	BIT 2,C
CB52	BIT 2,D
CB53	BIT 2,E
CB54	BIT 2,H
CB55	BIT 2,L
CB56	BIT 2,(HL)
CB57	BIT 2,A
CB58	BIT 3,B
CB59	BIT 3,C
CB5A	BIT 3,D
CB5B	BIT 3,E
CB5C	BIT 3,H
CB5D	BIT 3,L
CB5E	BIT 3,(HL)
CB5F	BIT 3,A
CB60	BIT 4,B
CB61	BIT 4,C
CB62	BIT 4,D
CB63	BIT 4,E
CB64	BIT 4,H
CB65	BIT 4,L
CB66	BIT 4,(HL)
CB67	BIT 4,A
CB68	BIT 5,B
CB69	BIT 5,C
CB6A	BIT 5,D
CB6B	BIT 5,E
CB6C	BIT 5,H
CB6D	BIT 5,L
CB6E	BIT 5,(HL)
CB6F	BIT 5,A
CB70	BIT 6,B
CB71	BIT 6,C
CB72	BIT 6,D
CB73	BIT 6,E
CB74	BIT 6,H
CB75	BIT 6,L
CB76	BIT 6,(HL)
CB77	BIT 6,A
CB78	BIT 7,B

HEXADECIMAL	MNEMONIC
CB79	BIT 7,C
CB7A	BIT 7,D
CB7B	BIT 7,E
CB7C	BIT 7,H
CB7D	BIT 7,L
CB7E	BIT 7,(HL)
CB7F	BIT 7,A
CB80	RES 0,B
CB81	RES 0,C
CB82	RES 0,D
CB83	RES 0,E
CB84	RES 0,H
CB85	RES 0,L
CB86	RES 0,(HL)
CB87	RES 0,A
CB88	RES 1,B
CB89	RES 1,C
CB9A	RES 1,D
CB8B	RES 1,E
CB8C	RES 1,H
CB8D	RES 1,L
CB8E	RES 1,(HL)
CB8F	RES 1,A
CB90	RES 2,B
CB91	RES 2,C
CB92	RES 2,D
CB93	RES 2,E
CB94	RES 2,H
CB95	RES 2,L
CB96	RES 2,(HL)
CB97	RES 2,A
CB98	RES 3,B
CB99	RES 3,C
CB9A	RES 3,D
CB9B	RES 3,E
CB9C	RES e,H
CB9D	RES 3,L
CB9E	RES 3,(HL)
CB9F	RES 3,A
CBA0	RES 4,B
CBA1	RES 4,C
CBA2	RES 4,D
CBA3	RES e,E
CBA4	RES e,H
CBA5	RES 4,L
CBA6	RES 4,(HL)
CBA7	RES 4,A
CBA8	RES 5,B
CBA9	RES 5,C
CBAA	RES 5,D
CBAB	RES 5,E
CBAC	RES 5,H
CBAD	RES 5,L
CBAE	RES 5,(HL)
CBAF	RES 5,A
CBB0	RES 6,B
CBB1	RES 6,C
CBB2	RES 6,D
CBB3	RES 6,E
CBB4	RES 6,H
CBB5	RES 6,L
CBB6	RES 6,(HL)
CBB7	RES 7,A
CBB8	RES 7,B
CBB9	RES 7,C
CBBA	RES 7,D
CBBB	RES 7,E
CBBC	RES 7,H
CBBD	RES 7,L
CBBE	RES 7,(HL)
CBBF	RES 7,A
CBC0	SET 0,B
CBC1	SET 0,C
CBC2	SET 0,D

HEXADECIMAL	MNEMONIC
CBC3	SET 0,E
CBC4	SET 0,H
CBC5	SET 0,L
CBC6	SET 0,(HL)
CBC7	SET 0,A
CBC8	SET 1,B
CBC9	SET 1,C
CBCA	SET 1,D
CBCB	SET 1,E
CBCC	SET 1,H
CBCD	SET 1,L
CBCE	SET 1,(HL)
CBCF	SET 1,A
CBD0	SET 2,B
CBD1	SET 2,C
CBD2	SET 2,D
CBD3	SET 2,E
CBD4	SET 2,H
CBD5	SET 2,L
CBD6	SET 2,(HL)
CBD7	SET 2,A
CBD8	SET 3,B
CBD9	SET 3,C
CBDA	SET 3,D
CBDB	SET 3,E
CBDC	SET 3,H
CBDD	SET 3,L
CBDE	SET 3,(HL)
CBDF	SET 3,A
CBE0	SET 4,B
CBE1	SET 4,C
CBE2	SET 4,D
CBE3	SET 4,E
CBE4	SET 4,H
CBE5	SET 4,L
CBE6	SET 4,(HL)
CBE7	SET 4,A
CBE8	SET 5,B
CBE9	SET 5,C
CBEA	SET 5,D
CBEB	SET 5,E
CBEC	SET 5,H
CBED	SET 5,L
CBEE	SET 5,(HL)
CBEF	SET 5,A
CBF0	SET 6,B
CBF1	SET 6,C
CBF2	SET 6,D
CBF3	SET 6,E
CBF4	SET 6,H
CBF5	SET 6,L
CBF6	SET 6,(HL)
CBF7	SET 6,A
CBF8	SET 7,B
CBF9	SET 7,C
CBFA	SET 7,D
CBFB	SET 7,E
CBFC	SET 7,H
CBFD	SET 7,L
CBFE	SET 7,(HL)
CBFF	SET 7,A
DD09	ADD IX,BC
DD19	ADD IX,DE
DD21XXXX	LD IX,NN
DD22XXXX	LD(NN),IX
DD23	INC IX
DD29	ADD IX,IX
DD2AXXXX	LD IX,(NN)
DD2B	DEC IX
DD34XX	INC(IX+d)
DD35XX	DEC(IX+d)
DD36XX20	LD(IX+d),N
DD39	ADD IX,SP
DD46XX	LD B,(IX+d)
DD4EXX	LD C,(IX+d)
DD56XX	LD D,(IX+d)
DD5EXX	LD E,(IX+d)
DD66XX	LD H,(IX+d)
DD6EXX	LD L,(IX+d)
DD70XX	LD (IX+d),B
DD71XX	LD (IC+d),C
DD72XX	LD (IX+d),D
DD73XX	LD (IX+d),E
DD74XX	LD (IX+d),H
DD75XX	LD (IX+d),L
DD77XX	LD (IX+d),A
DD7EXX	LD A,(IX+d)
DD86XX	ADD A,(IX+d)
DD8EXX	ADC A,(IX+d)
DD96XX	SUB(IX+d)
DD9EXX	SBC A,(IX+d)
DDA6XX	AND(IX+d)
DDAEXX	XOR(IX+d)
DDB6XX	OR(IX+d)
DDBEXX	CP(IX+d)
DDE1	POP IX
DDE3	EX(SP),IX
DDE5	PUSH IX
DDE9	JP(IX)
DDF9	LD SP,IX
DDCBXX06	RLC(IX+d)
DDCBXX0E	RRC(IX+d)
DDCBXX16	RL(IX+d)
DDCBXX1E	RR(IX+d)
DDCBXX26	SLA(IX+d)
DDCBXX2E	SRA(IX+d)
DDCBXX3E	SRL(IX+d)
DDCBXX46	BIT 0,(IX+d)
DDCBXX4E	BIT 1,(IX+d)
DDCBXX56	BIT 2,(IX+d)
DDCBXX5E	BIT 3,(IX+d)
DDCBXX66	BIT 4,(IX+d)
DDCBXX6E	BIT 5,(IX+d)
DDCBXX76	BIT 6,(IX+d)
DDCBXX7E	BIT 7,(IX+d)
DDCBXX86	RES 0,(IX+d)
DDCBXX8E	RES 1,(IX+d)
DDCBXX96	RES 2,(IX+d)
DDCBXX9E	RES 3,(IX+d)
DDCBXXA6	RES 4,(IX+d)
DDCBXXAE	RES 5,(IX+d)
DDCBXXB6	RES 6,(IX+d)
DDCBXXBE	RES 7,(IX+d)
DDCBXXC6	SET 0,(IX+d)
DDCBXXCE	SET 1,(IX+d)
DDCBXXD6	SET 2,(IX+d)
DDCBXXDE	SET 3,(IX+d)
DDCBXXE6	SET 4,(IX+d)
DDCBXXEE	SET 5,(IX+d)
DDCBXXF6	SET 6,(IX+d)
DDCBXXFE	SET 7,(IX+d)
ED40	IN B,(C)
ED41	OUT(C),B
ED42	SBC HL,BC
ED43XXXX	LD(NN),BC
ED44	NEG
ED45	RETN
ED46	IM 0
ED47	LD I,A
ED48	IN C,(C)
ED49	OUT(C) ,C
ED4A	ADC HL,BC
ED4BXXXX	LD BC,(NN)
ED4D	RET1
ED50	IN D,(C)
ED51	OUT(C),D
ED52	SBC HL,DE
ED53XXXX	LD(NN),DE
ED56	IN 1
ED57	LD A,1
ED58	IN E,(C)
ED59	OUT (C),E
ED5A	ADC HL,DE
ED5BXXXX	LD DE,(NN)
ED5E	IM 2
ED60	IN H,(C)
ED61	OUT(C),H
ED62	SBC HL,HL
ED67	RRD
ED68	IN L,(C)
ED69	OUT(C),L
ED6A	ADC HL,HL
ED6F	RLD
ED72	SBC HL,SP
ED73XXXX	LD(NN),SP
ED78	IN A,(C)
ED79	OUT(C),A
ED7A	ADC HL,SP
ED7BXXXX	LD SP,(NN)
EDA0	LDI
EDA1	CPI
EDA2	INI
EDA3	OUTI
EDA8	LDD
EDA9	CP0
EDAA	IND
EDAB	OUTD
ED80	LDIR
ED81	CPIR
ED82	INIR
ED83	OTIR
ED88	LDDR
ED89	CPDR
ED8A	INDR
ED8B	OTDR
ED09	ADD IV,BC
ED19	ADD IV,DC
ED21XXXX	LD IV,NN
FD22XXXX	LD(NN),IV
FD23	INC IY
FD29	ADD IY,IY
FD2AXXXX	LD IY,(NN)
FD2B	DEC IY
FD34XX	INC(IY+d)
FD35XX	DEC(IY+d)
FD36XX20	LD(IY+d),N
FD39	ADD IY,SP
FD46XX	LD B,(IY+d)
FD3EXX	LD C,(IY+d)
FD56XX	LD D,(IY+d)
FD5EXX	LD E,(IY+d)
FD66XX	LD H,(IY+d)
FD6EXX	LD L,(IY+d)
FD70XX	LD (IY+d),B
FD71XX	LD (IY+d),C
FD72XX	LD (IY+d),D
FD73XX	LD (IY+d),E
FD74XX	LD (IY+d),H
FD75XX	LD (IY+d),L
FD77XX	LD (IY+d),A
FD7EXX	LD A,(IY+d)
FD86XX	ADD A,(IY+d)
FD8EXX	ADC A,(IY+d)
FD96XX	SUB(IY+d)
FD9EXX	SBC A,(IY+d)
FDA6XX	AND (IY+d)
FDAEXX	XOR (IY+d)
FDB6XX	OR (IY+d)
FDBEXX	CP (IY+d)
FDE1	POP IY
FDE3	EX (SP), IY

HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC
FDE5	PUSH IY				
FDE9	JP (IY)				
FDF9	LD SP,IY				
FDCBXX06	RLC(IY+d)				
FDCBXX0E	RRC(IY+d)				
FDCBXX16	RL(IY+d)				
FDCBXX1E	RR(IY+d)				
FDCBXX26	SLA(IY+d)				
FDCBXX2E	SRA(IY+d)				
FDCBXX3E	SRL(IY+d)				
FDCBXX46	BIT 0,(IY+d)				
FDCBXX4E	BIT 1,(IY+d)				
FDCBXX56	BIT 2,(IY+d)				
FDCBXX5E	BIT 3,(IY+d)				
FDCBXX66	BIT 4,(IY+d)				
FDCBXX6E	BIT 5,(IT+d)				
FDCBXX76	BIT 6,(IY+d)				
FDCBXX7E	BIT 7,(IY+d)				
FDCBXX86	RES 0,(IY+d)				
FDCBXX8E	RES 1,(IY+d)				
FDCBXX96	RES 2,(IY+d)				
FDCBXX9E	RES 3,(IY+d)				
FDCBXXA6	RES 4,(IY+d)				
FDCBXXAE	RES 5,(IY+d)				
FDCBXXB6	RES 6,(IY+d)				
FDCBXXBE	RES 7,(IY+d)				
FDCBXXC6	SET 0,(IY+d)				
FDCBXXCE	SET 1,(IY+d)				
FDCBXXD6	SET 2,(IY+d)				
FDCBXXDE	SET 3,(IY+d)				
FDCBXXE6	SET 4,(IY+d)				
FDCBXXEE	SET 5,(IY+d)				
FDCBXXF6	SET 6,(IY+d)				
FDCBXXFE	SET 7,(IY+d)				

APENDICE H

INSTRUCCIONES DEL MICROPROCESADOR Z80

-ordenadas por código de operación.

MNEMONIC	HEXADECIMAL
ADC A, (HL)	8E
ADC A, (IX+dis)	DD 8E XX
ADC A,(IY+dis)	FD 8E xx
ADC A,A	8F
ADC A,B	88
ADC A,C	89
ADC A,D	8A
ADC A,n	CE XX
ADC A,E	88
ADC A,H	8C
ADC A,L	8D
ADC HL,BC	ED 4A
ADC HL,DE	ED 5A
ADC HL,HL	ED 6A
ADC HL,SP	ED 7A
ADD A, (HL)	86
ADD A,(IX+dis)	DD 86XX
ADD A,(IY+dis)	FD 86XX
ADD A,A	87
ADD A,B	80
ADD A,C	81
ADD A,D	82
ADD A,n	C6 XX
ADD A,E	83
ADD A,H	84
ADD A,L	85
ADD HL,BC	09
ADD HL,DE	19
ADD HL,HL	29
ADD HL,SP	39
ADD IX,BC	DD 09
ADD IX,DE	DD 19
ADD IX,IX	DD 29
ADD IX,SP	DD 39
ADD IY,BC	FD 09
ADD IY,DE	FD 19
ADD IY,IY	FD 29
ADD IY,SP	FD 39
AND (HL)	A6
AND (IX+dis)	DD A6 XX
AND (IY+dis)	FD A6 XX
AND A	A7
AND B	A0
AND C	A1
AND D	A2
AND n	E6 XX
AND E	A3
AND H	A4
AND L	A5
BIT 0,(HL)	CB 46
BIT 0,(IX+dis)	DD CB XX 46
BIT 0,(IY+dis)	FD CB XX 46
BIT 0,A	CB 47
BIT o,B	CB 40
BIT 0,C	CB 41
BIT 0,D	CB 42
BIT 0,E	CB 43
BIT 0,H	CB 44
BIT 0,L	CB 45
BIT 1,(HL)	CB 4E
BIT 1,(IX+dis)	DD CB XX 4E
BIT 1,(IY+dis)	FD CB XX 4E
BIT 1,A	CB 4F
BIT 1,B	CB 48
BIT 1,C	CB 49
BIT 1,D	CB 4A
BIT 1,E	CB 4B
BIT 1,H	CB 4C
BIT 1,L	CB 4D
BIT 2,(HL)	CB 56
BIT 2,(IX+dis)	DD CB XX 56
BIT 2,(IY+dis)	FD CB XX 56
BIT 2,A	CB 57
BIT 2,B	CB 50
BIT 2,C	CB 51
BIT 2,D	CB 52
BIT 2,E	CB 53
BIT 2,H	CB 54
BIT 2,L	CB 55
BIT 3,(HL)	CB 5E
BIT 3,(IX+dis)	DD CB XX 5E
BIT 3,(IY+dis)	FD CB XX 5E
BIT 3,A	CB 5F
BIT 3,B	CB 58
BIT 3,C	CB 59
BIT 3,D	CB 5A
BIT 3,E	CB 5B
BIT 3,H	CB 5C
BIT 3,L	CB 5D
BIT 4,(HL)	CB 66
BIT 4,(IX+dis)	DD CB XX 66
BIT 4,(IY+dis)	FD CB XX 66
BIT 4,A	CB 67
BIT 4,B	CB 60
BIT 4,C	CB 61
BIT 4,D	CB 62
BIT 4,E	CB 63
BIT 4,H	CB 64
BIT 4,L	CB 65
BIT 5,(HL)	CB 6E
BIT 5,(IX+dis)	DD CB XX 6E
BIT 5,(IY+dis)	FD CB XX 6E
BIT 5,A	CB 6F
BIT 5,B	CB 68
BIT 5,C	CB 69
BIT 5,D	CB 6A
BIT 5,E	CB 6B
BIT 5,H	CB 6C
BIT 5,L	CB 6D
BIT 6,(HL)	CB 76
BIT 6,(IX+dis)	DD CB XX 76
BIT 6,(IY+dis)	FD CB XX 76
BIT 6,A	CB 77
BIT 6,B	CB 70
BIT 6,C	CB 71
BIT 6,D	CB 72
BIT 6,E	CB 73
BIT 6,H	CB 74
BIT 6,L	CB 75
BIT 7,(HL)	CB 7E
BIT 7,(IX+dis)	DD CB XX 7E
BIT 7,(IY+dis)	FD CB XX 7E
BIT 7,A	CB 7F
BIT 7,B	CB 78
BIT 7,C	CB 79
BIT 7,D	CB 7A
BIT 7,E	CB 7B
BIT 7,H	CB 7C
BIT 7,L	CB 7D
CALL ADDR	CD XX XX
CALL C,ADDR	DC XX XX
CALL M,ADDR	FC XX XX
CALL NC,ADDR	D4 XX XX
CALL NZ,ADDR	C4 XX XX
CALL P,ADDR	F4 XX XX
CALL PE,ADDR	EC XX XX
CALL PO,ADDR	E4 XX XX
CALL Z,ADDR	CC XX XX
CCF	3F
CP (HL)	BE
CP (IX+dis)	DD BE XX
CP (IY+dis)	FD BE XX
CP A	BF
CP B	B8
CP C	B9
CP D	BA
CP n	FE XX
CP E	BB
CP H	BC
CP L	BD
CPD	ED A9
CPDR	ED B9
CPI	ED A1
CPIR	ED B1
CPL	2F
DAA	27
DEC (HL)	35
DEC (IX+dis)	DD 35 XX
DEC (IY+dis)	FD 35 XX
DEC A	3D
DEC B	05
DEC BC	0B
DEC C	0D
DEC D	15
DEC DE	1B
DEC E	1D
DEC H	25
DEC HL	2B
DEC IX	DD 2B
DEC IY	FD 2B
DEC L	2D
DEC SP	3B
DI	F3
DJNZ,dis	10 XX
EI	FB
EX (SP) ,HL	E3
EX (SP) ,IX	DD E3
EX (SP) ,IY	FD E3
EX AF,AF'	08
EX DE,HL	EB
EXX	D9
HALT	76
IM 0	ED 46
IM 1	ED 56
IM 2	ED 5E
IN A, (C)	ED 78
IN A,port	DB XX
IN B, (C)	ED 40
IN C, (C)	ED 48
IN D, (C)	ED 50
IN E, (C)	ED 58
IN H, (C)	ED 60
IN L, (C)	ED 68
INC (HL)	34
INC (IX+dis)	DD 34 XX
INC (IY+dis)	FD 34 XX
INC A	3C
INC B	04
INC BC	03
INC C	0C
INC D	14
INC DE	13
INC E	1C
INC H	24
INC HL	23
INC IX	DD 23
INC IY	FD 23
INC L	2C
INC SP	33
IND	ED AA
INCR	ED BA
INI	ED A2
INIR	ED B2
JP (HL)	E9
JP (IX)	DD E9
JP (IY)	FD E9
JP ADDR	C3 XX XX
JP C,ADDR	DA XX XX
JP M,ADDR	FA XX XX

MNEMONIC	HEXADECIMAL
JP NC,ADDR	D2 XX XX
JP NZ,ADDR	C2 XX XX
JP P,ADDR	F2 XX XX
JP PE,ADDR	EA XX XX
JP PO,ADDR	E2 XX XX
JP Z,ADDR	CA XX XX
JR C,dis	38 XX
JR dis	18 XX
JR NC,dis	30 XX
JR NZ,dis	20 XX
JR Z,dis	28 XX
LD (ADDR) ,A	32 XX XX
LD(ADDR) ,BC	ED 43 XX XX
LD (ADDR) ,DE	ED 53 XX XX
LD(ADDR) ,HL	ED 63 XX XX
LD (ADDR) ,HL	22 XX XX
LD (ADDR) ,IX	DD 22 XX XX
LD (ADDR) , IY	FD 22 XX XX
LD (ADDR) ,SP	ED 73 XX XX
LD (BC) ,A	02
LD (DE) ,A	12
LD (HL) ,A	77
LD (HL) ,B	70
LD (HL), C	71
LD (HL) ,D	72
LD (HL) ,n	36 XX
LD (HL) ,E	73
LD (HL) ,H	74
LD (HL) ,L	75
LD (IX+dis) ,A	DD 77 XX
LD (IX+dis) ,B	DD 70 XX
LD (IX+dis) ,C	DD 71 XX
LD (IX+dis) ,D	DD 72 XX
LD (IX+dis) ,n	DD 36 XX XX
LD (IX+dis) ,E	DD 73 XX
LD (IX+dis) ,H	DD 74 XX
LD (IX+dis) ,L	DD 75 XX
LD (IY+dis) ,A	FD 77 XX
LD (IY+dis) ,B	FD 70 XX
LD (IY+dis) ,C	FD 71 XX
LD (IY+dis) ,D	FD 72 XX
LD (IY+dis) ,n	FD 36 XX XX
LD (IY+dis) ,E	FD 73 XX
LD (IY+dis) ,H	FD 74 XX
LD (IY+dis) ,L	FD 75 XX
LD A, (ADDR)	3A XX XX
LD A, (BC)	0A
LD A, (DE)	1A
LD A, (HL)	7E
LD A, (IX+dis)	DD 7E XX
LD A, (IY+dis)	FD 7E XX
LD A,A	7F
LD A,B	78
LD A,C	79
LD A,D	7A
LD A,n	3E XX
LD A,E	7B
LD A,H	7C
LD A,I	ED 57
LD A,L	7D
LD A,R	ED 5F
LD B, (HL)	46
LD B, (IX+dis)	DD 46 XX
LD B, (IY+dis)	FD 46 XX
LD B,A	47
LD B,B	40
LD B,C	41
LD B,D	42
LD B,n	06 XX
LD B,E	43
LD B,H	44
LD B,L	45
LD BC, (ADDR)	ED 4B XX XX

MNEMONIC	HEXADECIMAL
LD BC,nn	01 XX XX
LD C, (HL)	4E
LD C, (IX+dis)	DD 4E xx
LD C, (IY+dis)	FD 4E XX
LD C,A	4F
LD C,B	48
LD C,C	49
LD C,D	4A
LD C,n	0E XX
LD C,E	4B
LD C,H	4C
LD C,L	4D
LD D, (HL)	56
LD D, (IX+dis)	DD 56 XX
LD D, (IY+dis)	FD 56 XX
LD D,A	57
LD D,B	50
LD D,C	51
LD D,D	52
LD D,n	16 XX
LD D,E	53
LD D,H	54
LD D,L	55
LD DE, (ADDR)	ED 5B XX XX
LD DE,nn	11 XX XX
LD E, (HL)	5E
LD E, (IX+dis)	DD 5E XX
LD E, (IY+dis)	FD 5E XX
LD E,A	5F
LD E,B	58
LD E,C	59
LD E,D	5A
LD E,n	1E XX
LD E,E	5B
LD E,H	5C
LD E,L	5D
LD H, (HL)	66
LD H, (IX+dis)	DD 66 XX
LD H, (IY+dis)	FD 66 XX
LD H,A	67
LD H,B	60
LD H,C	61
LD H,D	62
LD H,n	26 XX
LD H,E	63
LD H,H	64
LD H,L	65
LD HL, (ADDR)	ED 68 XX XX
LD HL,(ADDR)	2A XX XX
LD HL,nn	21 XX XX
LD I,A	ED 47
LD IX, (ADDR)	DD 2A XX XX
LD IX,nn	DD 21 XX XX
LD IY (ADDR)	FD 2A XX XX
LD IY,nn	FD 21 XX XX
LD L,A	6F
LD L,B	68
LD L,C	69
LD L,D	6A
LD L,n	2E XX
LD L,E	6B
LD L, (HL)	6E
LD L,(IX+dis)	DD 6E XX
LD L, (IY+dis)	FD 6E XX
LD L,H	6C
LD L,L	6D
LD R,A	ED 4F
LD SP, (ADDR)	ED 7B XX XX
LD SP,nn	31 XX XX
LD SP,HL	F9
LD SP,IX	DD F9
LD SP,IY	FD F9
LDD	ED A8

MNEMONIC	HEXADECIMAL
LDDR	ED B8
LDI	ED A0
LDIR	ED B0
NEG	ED 44
NOP	00
OR (HL)	B6
OR (IX+dis)	DD B6 XX
OR (IY+dis)	FD B6 xx
OR A	B7
OR B	B0
OR C	B1
OR D	B2
OR n	F6 XX
OR E	B3
OR H	B4
OR L	B5
OTDR	ED BB
OTIR	ED B3
OUT (C) ,A	ED 79
OUT (C) ,B	ED 41
OUT (C) ,C	ED 49
OUT (C) ,D	ED 51
OUT (C) ,E	ED 59
OUT (C) ,H	ED 61
OUT (C) ,L	ED 69
OUT part,A	D3 port
OUTD	ED AB
OUTI	ED A3
POP AF	F1
POP BC	C1
POP DE	D1
POP HL	E1
POP IX	DD E1
POP IY	FD E1
PUSH AF	F5
PUSH BC	C5
PUSH DE	D5
PUSH HL	E5
PUSH IX	DD E5
PUSH IY	FD E5
RES 0, (HL)	CB 86
RES 0, (IX+dis)	DD CB XX 86
RES 0, (IY+dis)	FD CB XX 86
RES 0,A	CB 87
RES 0,B	CB 80
RES 0,C	CB 81
RES 0,D	CB 82
RES 0,E	CB 83
RES 0,H	CB 84
RES 0,L	CB 85
RES 1, (HL)	CB 8E
RES 1, (IX+dis)	DD CB XX 8E
RES 1, (IY+dis)	FD CB XX 8E
RES 1,A	CB 8F
RES 1,B	CB 88
RES 1,C	CB 89
RES 1,D	CB 8A
RES 1,E	CB 8B
RES 1,H	CB 8C
RES 1,L	CB 8D
RES 2, (HL)	CB 96
RES 2, (IX+dis)	DD CB XX 96
RES 2, (IY+dis)	FD CB XX 96
RES 2,A	CB 97
RES 2,B	CB 90
RES 2,C	CB 91
RES 2,D	CB 92
RES 2,E	CB 93
RES 2,H	CB 94
RES 2,L	CB 95
RES 3, (HL)	CB 9E
RES 3, (IX+dis)	DD CB XX 9E
RES 3, (IY+dis)	FD CB XX 9E
RES 3,A	CB 9F

MNEMONIC	HEXADECIMAL
RES 3,B	CB 98
RES 3,C	CB 99
RES 3,D	CB 9A
RES 3,E	CB 9B
RES 3,H	CB 9C
RES 3,L	CB 9D
RES 4, (HL)	CB A6
RES 4, (IX+dis)	DD CB XX A6
RES 4, (IY+dis)	FD CB XX A6
RES 4,A	CB A7
RES 4,B	CB A0
RES 4,C	CB A1
RES 4,D	CB A2
RES 4,E	CB A3
RES 4,H	CB A4
RES 4,L	CB A5
RES 5 (HL)	CB AE
RES 5, (IX+dis)	DD CB XX AE
RES 5, (IY+dis)	FD CB XX AE
RES 5,A	CB AF
RES 5,B	CB A8
RES 5,C	CB A9
RES 5,D	CB AA
RES 5,E	CB AB
RES 5,H	CB AC
RES 5,L	CB AD
RES 6, (HL)	CB B6
RES 6, (IX+dis)	DD CB XX B6
RES 6, (IY+dis)	FD CB XX B6
RES 6,A	CB B7
RES 6,B	CB B0
RES 6,C	CB B1
RES 6,D	CB B2
RES 6,E	CB B3
RES 6,H	CB B4
RES 6,L	CB B5
RES 7, (HL)	CB BE
RES 7, (IX+dis)	DD CB XX BE
RES 7, (IY+dis)	FD CB XX BE
RES 7,A	CB BF
RES 7,B	CB B8
RES 7,C	CB B9
RES 7,D	CB BA
RES 7,E	CB BB
RES 7,H	CB BC
RES 7,L	CB BD
RET	C9
RET C	D8
RET M	F8
RET NC	D0
RET NZ	C0
RET P	F0
RET PE	E8
RET PO	E0
RET Z	C8
RETI	ED 4D
RETN	ED 45
RL (HL)	CB 16
RL (IX+dis)	DD CB XX 16
RL (IY+dis)	FD CB XX 16
RL A	CB 17
RL B	CB 10
RL C	CB 11
RL D	CB 12
RL E	CB 13
RL H	CB 14
RL L	CB 15
RLA	17
RLC (HL)	CB 06
RLC (IX+dis)	DD CB XX 06
RLC (IY+dis)	FD CB XX 06
RLC A	CB 07
RLC B	CB 00

MNEMONIC	HEXADECIMAL
RLC C	CB 01
RLC D	CB 02
RLC E	CB 03
RLC H	CB 04
RLC L	CB 05
RLCA	07
RLD	ED 6F
RR (HL)	CB 1E
RR (IX+dis)	DD CB XX 1E
RR (IY+dis)	FD CB XX 1E
RR A	CB 1F
RR B	CB 18
RR C	CB 19
RR D	CB 1A
RR E	CB 1B
RR H	CB 1C
RR L	CB 1D
RRA	1F
RRC (HL)	CB 0E
RRC (IX+dis)	DD CB XX 0E
RRC (IY+dis)	FD CB XX 0E
RRC A	CB 0F
RRC B	CB 08
RRC C	CB 09
RRC D	CB 0A
RRC E	CH 0B
RRC H	CB 0C
RRC L	CB 0D
RRCA	0F
RRD	ED 67
RST 00	C7
RST 08	CF
RST 10	D7
RST 18	DF
RST 20	E7
RST 28	EF
RST 30	F7
RST 38	FF
SBC A, (HL)	9E
SBC A, (IX+dis)	DD 9E XX
SBC A, (IY+dis)	FD 9E XX
SBC A,A	9F
SBC A,B	98
SBC A,C	99
SBC A,D	9A
SBC A,n	DE XX
SBC A,E	9B
SBC A,H	9C
SBC A,L	9D
SBC HL,BC	ED 42
SBC HL,DE	ED 52
SBC HL,HL	ED 62
SBC HL,SP	ED 72
SCF	37
SET 0, (HL)	CB C6
SET 0, (IX+dis)	DD CB XX C6
SET 0, (IY+dis)	FD CB XX C6
SET 0,A	CB C7
SET 0,B	CB C0
SET 0,C	CB C1
SET 0,D	CB C2
SET 0,E	CB C3
SET 0,H	CB C4
SET 0,L	CB C5
SET 1, (HL)	CB CE
SET 1, (IX+dis)	DD CB XX CE
SET 1, (IY+dis)	FD CB XX CE
SET 1,A	CB CF
SET 1,B	CB C8
SET 1,C	CB C9
SET 1,D	CB CA
SET 1,E	CB CB
SET 1,H	CB CC

MNEMONIC	HEXADECIMAL
SET 1,L	CB CD
SET 2, (HL)	CB D6
SET 2, (IX+dis)	DD CB XX D6
SET 2, (IY+dis)	FD CB XX D6
SET 2,A	CB D7
SET 2,B	CB D0
SET 2,C	CB D1
SET 2,D	CB D2
SET 2,E	CB D3
SET 2,H	CB D4
SET 2,L	CB D5
SET 3, (HL)	CB DE
SET 3, (IX+dis)	DD CB XX DE
SET 3, (IY+dis)	FD CB XX DE
SET 3,A	CB DF
SET 3,B	CB D8
SET 3,C	CB D9
SET 3,D	CB DA
SET 3,E	CB DB
SET 3,H	CB DC
SET 3,L	CB DD
SET 4, (HL)	CBE6
SET 4, (IX+dis)	DD CB XX E6
SET 4, (IY+dis)	FD CB XX E6
SET 4,A	CB E7
SET 4,B	CB E0
SET 4,C	CB E1
SET 4,D	CB E2
SET 4,E	CB E3
SET 4,H	CB E4
SET 4,L	CB E5
SET 5, (HL)	CB EE
SET 5, (IX+dis)	DD CB XX EE
SET 5, (IY+dis)	FD CB XX EE
SET 5,A	CB EF
SET 5,B	CB E8
SET 5,C	CB E9
SET 5,D	CB EA
SET 5,E	CB EB
SET 5,H	CB EC
SET 5,L	CB ED
SET 6, (HL)	CB F6
SET 6, (IX+dis)	DD CB XX F6
SET 6, (IY+dis)	FD CB XX F6
SET 6,A	CB F7
SET 6,B	CB F0
SET 6,C	CB F1
SET 6,D	CB F2
SET 6,E	CB F3
SET 6,H	CB F4
SET 6,L	CB F5
SET 7, (HL)	CB FE
SET 7, (IX+dis)	DD CB XX FE
SET 7,(IY+dis)	FD CB XX FE
SET 7,A	CB FF
SET 7,B	CB F8
SET 7,C	CB F9
SET 7,D	CB FA
SET 7,E	CB FB
SET 7,H	CB FC
SET 7,L	CB FD
SLA (HL)	CB 26
SLA (IX+dis)	DD CB XX 26
SLA (IY+dis)	FD CB XX 26
SLA A	CB 27
SLA B	CB 20
SLA C	CB 21
SLA D	CB 22
SLA E	CB 23
SLA H	CB 24
SLA L	CB 25
SRA (HL)	CB 2E
SRA (IX+dis)	DD CB XX 2E

MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL	MNEMONIC	HEXADECIMAL
SRA (IY+dis)	FD CB XX 2E				
SRA A	CB 2F				
SRA B	CB 28				
SRA C	CB 29				
SRA D	CB 2A				
SRA E	CB 2B				
SRA H	CB 2C				
SRA L	CB 2D				
SRL (HL)	CB 3E				
SRL (IX+dis)	DD CB XX 3E				
SRL (IY+dis)	FD CB XX 3E				
SRL A	CB 3F				
SRL B	CB 38				
SRL C	CB 39				
SRL D	CB 3A				
SRL E	CB 3B				
SRL H	CB 3C				
SRL L	CB 3D				
SUB (HL)	96				
SUB (IX+dis)	DD 96 XX				
SUB (IY+dis)	FD 96 XX				
SUB A	97				
SUB B	90				
SUB C	91				
SUB D	92				
SUB E	D6 XX				
SUB n	93				
SUB H	94				
SUB L	95				
XOR (HL)	AE				
XOR (IX+dis)	DD AE XX				
XOR (IY+dis)	FD AE XX				
XOR A	AF				
XOR B	A9				
XOR C	A9				
XOR D	AA				
XOR n	EE XX				
XOR E	AB				
XSOR H	AC				
XOR L	AD				

INDICE

Acumulador 34
Atributos en Spectrum 142

BCD 126
Banderínes 58
-de acarreo 60
-de cero 59
-de negación 62
-de paridad/rebose 62
-de resta 62
-de semiacarreo 62
de signo 59
BASIC 5, 10, 39
BIT, SET/RESET 117

CALL 105
Complemento a doses 29
Contar 18
Contador de programa 31
Cotejo 162

DAA 126
Datos numéricos 25
Datos alfanuméricos 28
Desplazamientos 119
DI 127
Direccionamiento 49

EI 127
Ensamblador 8

Hexadecimal 19
conversión 23
cargador 155

IN 122
Interrupciones 127

Lazos 99
Lazos de espera 104
Limpiar 133

Modos de direccionamiento 49
Monitor de rutinas 145

Operaciones Booleanas 78
Operaciones con bloques 109
OUT 122

Nemónimos 9
Números con signo 26

Pantalla del Spectrum 138
Planteando tu programa 130
Pila 14
Puntero de la pila 36
Pastilla 5

Refrescar 37
Registro F 34
Registro I 37
Registro R 37
Registros 38
alternativos 35, 115
indiciales 33
de instrucciones 31
Rotaciones 119
ROM 10
RST 128

Saltos 99
absoluto 101
condicional 61
Sonido en el Spectrum 124

Teclado del Spectrum 135

Unidad Aritmeticológica 31
Unidad de control 31

Variables 14